JIM BAGGOTT

ORIGINI

POVESTEA ȘTIINȚIFICĂ A CREAȚIEI

HUMANITAS

Care este natura lumii materiale? Cum funcționează ea? Ce e universul și cum s-a format? Ce e viața? De unde venim și cum am evoluat? Cum și de ce gândim? Ce înseamnă să fii om? Cum ajungem să cunoaștem? Aceste întrebări și multe altele care decurg logic din ele sunt marile întrebări ale existenței umane. Ele sunt întrebările pe care ni le-am pus de când am început să gândim rațional.

JIM BAGGOTT

ORIGINI
POVESTEA ȘTIINȚIFICĂ A CREAȚIEI

Jim Baggott (n. 1957) a studiat la Universitatea din Manchester, a obținut titlul de doctor în chimie fizică la Universitatea Oxford și a predat la Universitatea din Reading. A publicat cărți de știință și filozofie a științei, între care *The Meaning of Quantum Theory*, *Beyond Measure: Modern Physics, Philosophy and the Meaning of Quantum Theory*, *The Quantum Story: A History in 40 Moments*, *Higgs: The Invention and Discovery of the 'God Particle'* (*Higgs. Inventarea și descoperirea „Particulei lui Dumnezeu“*, Humanitas, 2016), *Farewell to Reality: How Fairy-tale Physics Betrays the Search for Scientific Truth*. A fost distins cu Medalia Marlow a Societății Regale de Chimie și cu Premiul Glaxo al Asociației Britanice a Autorilor de Știință.

JIM BAGGOTT

ORIGINI
POVESTEA ȘTIINȚIFICĂ A CREAȚIEI

Traducere din engleză de
Tudor Avram

HUMANITAS
BUCUREȘTI

Redactor: Vlad Zografi
Coperta: Ioana Nedelcu
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu
Corector: Grigore Vida
DTP: Corina Roncea, Dan Dulgheru

Tipărit la Real

Jim Baggott
Origins. The Scientific Story of Creation

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
Baggott, Jim
Origini: povestea ştiinţifică a creaţiei / Jim Baggott;
trad. din engleză de Tudor Avram. – Bucureşti: Humanitas, 2018
Conţine bibliografie
ISBN 978-973-50-6211-8
I. Avram, Tudor (trad.)
5

EDITURA HUMANITAS
Piaţa Presei Libere 1, 013701 Bucureşti, România
tel. 021 408 83 50, fax 021 408 83 51
www.humanitas.ro

Comenzi online: www.libhumanitas.ro
Comenzi prin email: vanzari@libhumanitas.ro
Comenzi telefonice: 021 311 23 30

Pentru Grace (7 ani),
care vrea să devină geofizician

CUPRINS

MULȚUMIRI

Acesta a fost un proiect extrem de ambițios, pe care nu l-aș fi putut duce la bun sfârșit fără sprijinul Lathei Menon, editoarea mea de la Oxford University Press. Îi rămân veșnic îndatorat. Recunoștința mea se îndreaptă de asemenea către Emma Ma, Jenny Nugee și Kate Gilks de la OUP, precum și către Frances Topp și Paul Beversey, care m-au ajutat enorm să transform cuvintele și imaginile mele în cartea pe care o aveți în față. Mă îndoiesc că ea ar fi fost ceea ce este dacă n-ar fi existat John Gribbin, a cărui carte *Genesis*, publicată în 1981, mi-a fost sursă de inspirație (și mărturisesc că am blestemat citind-o, fiindcă mi-am dat seama că tare mult mi-ar fi plăcut ca eu să fi fost cel care a scris-o).

Nimic nu mă face mai fericit decât să aflu ceva nou. Scrierea acestei cărți m-a purtat pe unele teritorii familiare, despre care am mai scris, dar anvergura ei m-a atras și în unele zone mai puțin cunoscute. Le sunt așadar recunoscător tuturor specialiștilor care și-au rupt din timpul lor prețios pentru a citi secțiuni din manuscris și mi-au oferit sfaturi și critici utile. Printre ei se numără Jennifer Clack de la Universitatea Cambridge; George Ellis de la Universitatea din Cape Town; Andrew Knoll de la Universitatea Harvard; Jeremiah Ostriker de la Universitatea Princeton; Michael Russell de la Laboratorul de Propulsie din Pasadena, California; Chris Stringer de la Muzeul de Istorie Naturală din Londra; Ian Tattersall de la Muzeul American de Istorie Naturală din New

York; Steven Weinberg de la Universitatea Statului Texas din Austin; Simon White de la Institutul Max Planck pentru Astrofizică din Garching, Germania. De vină pentru eventualele erori sau neînțelegeri sunt, desigur, numai eu.

După cum știți prea bine, fericirea nu înseamnă numai să studiezi lucruri și să scrii despre ele. Ea ți-e dată și de prezența unor oameni frumoși în jurul tău. Mulțumesc lui Madeleine, Jur, Guido și Mikael, care au creat două spații minunate în care am putut scrie o parte din această carte, și soției mele Jini pentru tot restul.

Jim Baggott,
iunie 2015

LISTA ILUSTRAȚIILOR

90. Perioadele aproximative în care au trăit principalele specii implicate în povestea evoluției umane de-a lungul Pliocenului și Pleistocenului
91. Comparație între craniile fosile de *Homo erectus* din Asia, *Homo heidelbergensis* din Africa, *Homo neanderthalensis* din Europa și *Homo sapiens* din Asia (91(a): Muzeul de Istorie Naturală, Londra. 91(b): ВоЛко В.П)
92. Cladograma istoriei recente a evoluției umane pe parcursul a 2 milioane de ani (Chris Stringer, Muzeul de Istorie Naturală)
93. Exemple de iluzii cognitive și „locul" conștiinței (93(a): Science Photo Library. 93(b): Ford Prime (Wikimedia Commons). 93(c): Corbis)
94. Zonele din creier implicate în percepția senzorială și procesarea de nivel înalt (94(b): Jacopin/BSIP/Alamy)
95. Simulări pe calculator prezentând vătămarea lobului frontal care i-a schimbat personalitatea lui Phineas Gage (95(a): Din colecția lui Jack și Beverly Wilgus. 95(b): Patrick Landmann/Science Photo Library)
96. Exemple de creștere a complexității în expresia abstractă și meșteșug odată cu Marele Salt Înainte. (94(b): Jacopin/BSIP/Alamy) (96(a): Imagine obținută prin amabilitatea prof. Christopher Henshilwood, Universitatea din Bergen. 96(b): Fine Art Images/Heritage Images/TopFoto. 96(c): Dr. Maxime Aubert. 96(d): RIA/Novosti/ TopFoto)
97. Sistemul taxonomiei biologice de la domeniu la specie

PREFAȚĂ

Care este natura lumii materiale? Cum funcționează ea? Ce e universul și cum s-a format? Ce e viața? De unde venim și cum am evoluat? Cum și de ce gândim? Ce înseamnă să fii om? Cum ajungem să cunoaștem? Aceste întrebări și multe altele care decurg logic din ele sunt marile întrebări ale existenței umane. Ele sunt întrebările pe care ni le-am pus de când am început să gândim rațional.

Din răspunsurile pe care le descoperim sau le născocim țesem o poveste a creației, iar asemenea povești au stat la temelia tuturor culturilor de-a lungul istoriei. Avem pesemne o dorință înnăscută și irepresibilă de a înțelege cum am ajuns să fim ceea ce suntem și tot ce există în jurul nostru. Ea este declanșată în parte de simpla curiozitate, dar bănuiesc că și de o nevoie afectivă mai profundă de a stabili o legătură plină de semnificații cu lumea în care trăim.

Există numeroase versiuni ale poveștii creației. Cartea de față prezintă versiunea conformă cu știința modernă. Ea e rezultatul unui efort care a implicat (și continuă să implice) mii de oameni de știință, care pun laolaltă piesele unui imens puzzle, lansând mereu speculații și ipoteze, testând, dezbătând și revizuind. Acești oameni de știință se străduiesc să se asigure că piesele puzzle-ului sunt fiecare în parte coerente și consistente. Dar pentru ca povestea să fie unitară și inteligibilă, piesele trebuie să se și

potrivească între ele, de la scara mare a universului la *Homo sapiens*, la cele mai mici microorganisme și la particulele elementare din care e alcătuită întreaga substanță materială. E o constrângere puternică.

Acestea fiind spuse, nu există nici o versiune „autorizată“ sau „oficială“ a poveștii științifice a creației. Dacă ar exista, îmi permit totuși să sper că ar semăna *poate* cu cartea de față. Nu vreau să par melodramatic, însă cred că toate eforturile mele depuse vreme de peste douăzeci de ani în popularizarea științei s-au concentrat în ea. De fapt, e cartea pe care mi-am dorit dintotdeauna s-o scriu.

Toate bune și frumoase, dar e aceasta o carte pe care veți dori s-o citiți? Desigur, alegerea vă aparține, însă iată câteva lucruri la care veți vrea poate să reflectați. În primul rând, cred că e momentul potrivit pentru o carte precum *Origini*. În ultimii ani au apărut o sumedenie de cărți de știință popularizată care tratează noi teorii despre tot ce există sau susțin că trăim într-un univers care e doar unul dintr-o multitudine de universuri. De fapt însă, deși toate acestea ne sunt prezentate drept știință, nimic din ele nu e acceptat în afara unei comunități relativ restrânse de teoreticieni, și nu explică nimic relevant pentru povestea noastră. Am scris în altă parte despre aceste „basme“ nefondate ale fizicii și cred (sau măcar sper) că cititorii le privesc cu tot mai multă prudență.*

Dar ce facem când suntem asaltați cu titluri de-o șchioapă care vestesc o descoperire spectaculoasă privind originile noastre, pentru ca peste câteva luni concluziile să fie retrase, când se dovedește că analiza a fost greșită, iar anunțul prematur? În aceste condiții, pierzi lesne din vedere ceea ce se consideră a fi rezultate științifice sigure. Și ce facem când citim cărți în care oamenii de știință pledează în favoarea teoriilor preferate – teorii pe care foarte puțini colegi din comunitatea științifică le iau de bune? Să-i credem pe cuvânt?

* Vezi cartea mea *Farewell to Reality*, publicată în 2013. (*N. a.*)

În *Origini* am încercat să deosebesc rezultatele sigure de explicații larg acceptate, de interpretări discutabile și de pure speculații. Aceasta e o carte pentru cei care își doresc o perspectivă clară, echilibrată și (sper) lipsită de prejudecăți asupra a ceea ce credem că știm și că putem explica. Există, desigur, lacune și lucruri pe care nu le înțelegem limpede, iar pe alocuri în povestire, oamenii de știință au fost siliți să dea frâu liber metafizicianului din ei. Am avut grijă s-o subliniez de fiecare dată.

În al doilea rând, cine vrea să urmărească relatarea științifică a creației de la big bang până la comportamentul oamenilor moderni va trebui să străbată multe hotare științifice. Între acestea se numără (trageți aer în piept!) aspecte ale cosmologiei și fizicii particulelor; sinteza primară a hidrogenului și heliului; formarea stelelor și galaxiilor; evoluția stelelor și nucleosinteza; formarea și diferențierea planetelor; chimia vieții; evoluția codului genetic, a organismelor unicelulare simple, a celulelor complexe și a organismelor pluricelulare; succesiunea extincțiilor în masă și a radiațiilor care au modelat profund evoluția animalelor marine și terestre; apariția (și dispariția) dinozaurilor; apariția mamiferelor, a primatelor, a primilor hominizi, a genului *Homo*, a speciei *Homo sapiens* și evoluția conștiinței umane.

Sunt tare multe, iar ziua e scurtă. Există destule cărți accesibile și pasionante despre fiecare dintre aceste subiecte, dar cred că *Origini* e unică prin faptul că încearcă să cuprindă povestea științifică actuală într-un singur volum. Această poveste ne va purta într-o călătorie de la „începuturile“ universului până la originile și evoluția conștiinței umane, 13,8 miliarde de ani mai târziu. Oricare ar fi motivul de a mă urma în călătorie, trebuie să vă previn asupra drumului pe care îl avem de străbătut. Voi încerca să explic ce face ca povestea științifică a creației să fie atât de deosebită și de ce cred că e mai convingătoare și, în ultimă instanță, mai satisfăcătoare decât alte versiuni de care ați mai auzit.

Țin să vă asigur că nu e o satisfacție născută din certitudinea arogantă a triumfalismului sau autoritarismului științific. Departe

de așa ceva. Cu toate că răspunsurile sunt foarte interesante, adesea *întrebările* fără răspuns sunt cele fascinante. Satisfacția e dată de recunoașterea faptului că, deși cunoaștem multe (sau așa ne închipuim), nu știm totul, iar răspunsurile noastre vor fi probabil modificate sau complet înlocuite pe măsură ce vom afla mai multe despre lume, despre noi înșine și despre locul nostru în lume. Unii pot considera aceasta o slăbiciune, dar viața m-a învățat să-i privesc cu suspiciune pe cei ce pretind că au ajuns la certitudini. Pesemne că peste zece ani povestea se va modifica în unele aspecte subtile sau mai puțin subtile, și vă garantez că noua versiune va fi mai *bună*.

Acest lucru numit știință

În octombrie 1956, cu doar câteva luni înainte să mă nasc, chimistul și romancierul C.P. Snow scria despre cele „două culturi" – științele exacte și științele umaniste – într-un articol din revista *New Statesman*. Sciziunea, din păcate, e astăzi mai mare decât oricând. Este adânc înrădăcinată ideea că știința nu se referă la „noi", că-i lipsește empatia umană. Se crede că știința presupune aplicarea unei metodologii care decurge dintr-o logică rece, inumană, că e obsedată de mecanisme materialiste care înjosesc spiritualitatea umană. Se mai crede că știința poate răspunde la întrebarea „cum?" legată de mecanica fizicii, chimiei și biologiei, dar nu și la mai profunda și la fel de fascinanta întrebare „de ce?".

Eu cred că în *Origini* e vorba cu adevărat despre „noi", că e povestea *noastră* care ne spune cum s-a născut lumea în care trăim, cum a început și a evoluat viața pentru ca noi să apărem: ființe conștiente, inteligente, capabile să-și investigheze științific propriile începuturi. Știința funcționează deoarece atunci când o aplicăm ne supunem unei discipline riguroase. Ceea ce facem este adesea contra-intuitiv și contra-cultural, și necesită un mare efort intelectual. Impunem standarde exigente în explicarea și

raportarea datelor științifice. Cerem teoriilor științifice să se potrivească cu aceste date, să conducă la predicții accesibile observației și experimentului și să ofere o înțelegere veritabilă (însă există multe zone gri).

Dar știința ne mai cere și să adoptăm o atitudine sau o perspectivă numită de regulă „principiul copernican". Deși oamenii de știință sunt în chip fundamental preocupați de „noi", ei presupun că nu avem nimic *special*. După cum vom vedea în *Origini*, când pășim în afara sferei umane de preferințe și prejudecăți, descoperim că nu suntem observatori privilegiați ai universului în care trăim. Știința ne spune că suntem doar o *parte* a acestei realități care a evoluat natural, iar nu *motivul* ei.

Cu alte cuvinte, universul nu are nici un *scop*, cel puțin dacă interpretăm scopul în context uman. Dacă teleologia se referă la căutarea unui scop sau a unui proiect în natură, atunci știința e prin definiție ferm antiteleologică. Nu cred că asta face știința inumană, ci înseamnă doar că oamenii nu pot aplica metoda științifică fără o anumită *modestie*.

Aici e punctul delicat. Multe dintre întrebările noastre „de ce?" sunt de regulă călăuzite de căutarea omenească a unui scop și a sensului vieții. N-ar trebui să ne surprindă că știința va încerca să răspundă la ele, admițând că există într-adevăr răspunsuri. Dar altul e rostul științei, iar dacă vrem răspunsuri la asemenea întrebări, ele trebuie căutate în alte sisteme de credințe. E astfel știrbit prestigiul științei? Nicidecum. Chiar dacă nu poate răspunde la multe dintre întrebările noastre „de ce?", adevărul este că nu-i cunoaștem limitele. Unul dintre cele mai remarcabile aspecte ale științei moderne este capacitatea ei de a oferi răspunsuri la întrebări care până nu demult țineau de domeniul marilor preoți, care obișnuiau să-l confunde pe „de ce?" cu „cum?". Avem încă multe de aflat.

Povestea pe scurt

Origini spune povestea științifică a creației în ordine cronologică, începând cu originea universului – a spațiului, timpului și energiei – într-un „big bang". Primele trei capitole prezintă originea și expansiunea universului până la ceea ce se numește recombinare, petrecută cu vreo 380 000 de ani mai târziu, când e eliberată radiația electromagnetică pe care azi o identificăm cu radiația cosmică de fond. În această etapă din istoria universului apar deja toate elementele sale constitutive – spațiu, timp, energie, materie (materia întunecată și atomii de hidrogen și heliu) și lumina.

Pentru a înțelege această primă etapă, combinăm modelele cosmologice numite inflaționare cu modelul standard din fizica particulelor. Pentru primele momente ale universului suntem obligați să apelăm la ipoteze și să extrapolăm teoriile la energii dincolo de domeniul lor de aplicare și de valabilitate. Rămân multe lucruri necunoscute despre aceste prime momente din evoluția universului. Totuși, descoperirea a ceea ce pare a fi bosonul Higgs al modelului standard, în iulie 2012 la CERN, ne sugerează că ignoranța noastră privind istoria universului s-ar putea limita la prima bilionime de secundă, ceea ce cred că nu-i rău deloc.

Alegând să spun povestea cronologic, a trebuit să accept unele provocări. Primele capitole fac apel la o fizică dificilă, iar din moment ce multe dintre dovezile observaționale pe care se bazează înțelegerea universului timpuriu decurg din evenimente petrecute mai târziu, sunt locuri în poveste în care vă rog să suspendați temporar cererea de a vă prezenta dovezi.

Capitolul 4 continuă povestea cu formarea primelor stele și galaxii, cândva între 300 și 550 milioane de ani după big bang. Vorbesc acolo despre rolul fundamental jucat de minusculele neomogenități în distribuția materiei, care, prin inflație, își pun amprenta asupra structurii la scară mare a universului, precum și despre misterioasa materie întunecată care se crede că reprezintă aproape 27% din masa-energie a universului de azi. Capitolele 4

și 5 prezintă felul în care înțelegem evoluția stelelor și a nucleosintezei stelare, în care sunt produse elementele chimice de la hidrogen la fier. Teribilele explozii ale supernovelor explică existența elementelor mai grele decât fierul.

Marea varietate de elemente chimice din praful și gazul ejectate în exploziile stelelor conduce la producerea moleculelor interstelare, dintre care multe sunt esențiale chimiei vieții. Aceste molecule însămânțează norii interstelari care se adună treptat și în cele din urmă colapsează pentru a forma stele din generația a treia, cu sisteme planetare asociate. Capitolul 6 vorbește despre formarea sistemului solar, în urmă cu aproximativ 4,6 miliarde de ani, dintr-un gigantic nor molecular aflat în rotație, care se contractă. Praful de la marginile norului se condensează pentru a forma primele roci și metale. Acestea se adună, cresc, pentru a forma planetezimale, care se combină în cele din urmă pentru a forma planetele interioare.

În capitolul 7 atenția noastră se îndreaptă spre începuturile Pământului – diferențierea lui în nucleu, manta, scoarță, ocean și atmosferă, precum și factorii care influențează compoziția și temperatura suprafeței lui. În urma ciocnirii cu un alt corp de dimensiuni planetare numit Theia, Pământul dobândește un satelit natural. În mantaua lichidă a Pământului are loc convecția, iar continentele încep să se deplaseze. Realinierea planetelor externe declanșează „Ultimul Mare Bombardament": miliarde și miliarde de tone de rocă și gheață izbesc suprafața terestră. Urmărim evoluția Pământului până când condițiile devin propice apariției vieții.

Capitolul 8 ne prezintă un Pământ cald, umed, relativ stabil, pe care sunt împrăștiați diverși compuși organici esențiali vieții, și cu sisteme geologice de pe fundul oceanului jucând probabil un rol important în transformarea substanțelor anorganice simple în sisteme biochimice complexe. Arhiva fosilelor arată că organisme primitive unicelulare existau pe Pământ acum aproximativ 3,5 miliarde de ani, la doar un miliard de ani de la formarea

acestuia. Abiogeneza – generarea spontană a materiei vii din materia nevie – rămâne în esență un mister. Avem unele teorii interesante, dar nu și un „model standard“ pentru apariția vieții.

Indiferent de natura procesului, știm că structurile biologice elementare apărute în urmă cu vreo 3,5 miliarde de ani stabilesc un tipar care va fi reprodus în formele ulterioare de viață. Capitolul 9 arată felul în care organismele unicelulare folosesc fotosinteza pentru a transforma planeta, pompând o imensă cantitate de oxigen în atmosferă, iar oxigenul oferă noi posibilități pentru evoluție. Unele organisme unicelulare se contopesc pentru a forma celule complexe, care, la rândul lor, formează organisme pluricelulare tot mai mari. După 2,8 miliarde de ani de evoluție apar primele animale primitive.

Povestea ultimelor 540 de milioane de ani din istoria Pământului stă sub semnul gheții și al focului. După cum aflăm din capitolul 10, planeta oscilează violent între epoci glaciare și perioade de erupții vulcanice, apărând cel puțin o dată ciocnirea cu un asteroid. Viața rezistă cu greu deopotrivă în oceane și pe uscat. Evoluția cunoaște perioade frenetice de diversificare a speciilor de animale, pentru ca apoi acestea să fie nimicite într-o serie de extincții în masă la nivel planetar. În timpul extincției în masă de acum 252 de milioane de ani, numită „Marea Moarte“, au dispărut aproape 95% din animalele marine și o mare parte din cele de uscat. Fiecare extincție e însă urmată de o „radiație“ evolutivă în ecologiile aproape pustii care rezultă. Din cenușa „Marii Morți“ apare epoca dinozaurilor, care vor fi și ei distruși de un asteroid acum 66 milioane de ani.

Printre ființele care supraviețuiesc acestei ultime calamități sunt și mici mamifere. Capitolul 11 prezintă radiația lor evolutivă, acordând o atenție aparte primatelor. Pe măsură ce speciile de primate se diversifică, ele urmează linii evolutive diferite, cam la fel ca ramurile unui arbore. Primele care se desprind sunt maimuțele tarsiere, urmate de maimuțele din Lumea Nouă, maimuțele din Lumea Veche, gibonii, urangutanii și gorilele. În fine, acum

vreo 5–7 milioane de ani apar cimpanzeii împreună cu linia hominidelor.

Urmărirea filiației oamenilor moderni din acest punct e dificilă și uneori contestată, dar arhiva fosilelor arată că primii hominizi au apărut acum 4–7 milioane de ani, speciile din genul *Australopithecus* acum 2–4 milioane de ani, iar primele specii *Homo* acum 2 milioane de ani. Dintre acestea, *Homo sapiens* apare în Africa doar cu 200 000 de ani în urmă.

Nu încape îndoială că trăsătura distinctivă a oamenilor e conșiința umană. Capacitatea de a gândi abstract, de a crea concepte și dezvoltarea inteligenței le-a permis oamenilor să se elibereze din închisoarea prezentului și explică proliferarea unei omeniri ajunse la 7,4 miliarde de indivizi. Capitolul 12 încearcă să prezinte originea și evoluția conștiinței, baza ei genetică și legăturile strânse cu dezvoltarea limbajului și a societății.

În Tabelul 1 am schițat o „cronologie a creației“, în care sunt enumerate originile diverselor componente, de la spațiu, timp și energie până la conștiința umană, măsurate din prezent (2017) și de la „momentul zero“ al big bang-ului. Pentru a da o imagine mai elocventă, am exprimat și timpul scurs de la big bang într-o ipotetică „zi a creației“ de 24 de ore.

În această cronologie, universul „începe“ la miezul nopții. Particulele cu masă apar cu o fracțiune de secundă mai târziu, iar universul e scăldat în lumină după două secunde, la momentul recombinării, când electronii primordiali se alipesc de nucleele primordiale de hidrogen și heliu. Stelele și galaxiile apar între 12:30 și 1 a.m., iar moleculele complexe între 3 și 6:30 p.m., la timp pentru micul dejun.

Stăm apoi cu mâinile încrucișate o mare parte din zi (9–10 ore), așteptând să apară Soarele și Pământul pe la 4 p.m. La un moment dat în timpul acestei așteptări, expansiunea universului își schimbă sensul. Materia din univers, care până atunci încetinise rata expansiunii, devine atât de diluată încât „energia întunecată“ (energia spațiului „gol“) preia controlul și începe să accelereze din nou expansiunea.

Tabelul 1. Cronologia creației

Cap.	Originea...	Măsurat din prezent (2017)*	Măsurat de la big bang	Reprezentat într-o singură „zi a creației"
1	Spațiului, timpului și energiei	13,8 Ga	„0"	Miezul nopții
2	Masei	13,8 Ga	10^{-12} s	O fracțiune după miezul nopții
3	Luminii	13,8 Ga	380 000 ani	Două secunde după miezul nopții
4	Stelelor și galaxiilor	13,5–13,3 Ga	300–550 milioane de ani	Între 12:30 și 1:00 a.m.
5	Moleculelor	10–12 Ga	1,8–3,8 miliarde de ani	Între 3:00 și 6:30 a.m.
6	Sistemului solar	4,6 Ga	9,2 miliarde de ani	Pe la 4 p.m.
7	Pământului			
8	Vieții	3,5 Ga	10,4 miliarde de ani	Pe la 6 p.m.
9	Celulelor complexe și organismelor pluricelulare	~ 2Ga	11,8 miliarde de ani	Pe la 8:30 p.m.
10	Speciilor (diversitatea speciilor animale)	540 Ma	13,4 miliarde de ani	Puțin după 11 p.m.
11	lui *Homo sapiens*	200 ka	13,8 miliarde de ani	Cu o secundă înainte de miezul nopții
12	Conștiinței umane	50 ka	13,8 miliarde de ani	Cu vreo 300 de milisecunde înainte de miezul nopții

* Ga = miliarde de ani, Ma = milioane de ani, ka = mii de ani în urmă; s = secunde. Pe baza recentei (21 martie 2013) estimări a vârstei universului (13,82 miliarde de ani) prin datele obținute de la satelitul Planck al Agenției Spațiale Europene.

Viața apare pe la 6 p.m., iar celulele complexe și organismele pluricelulare pe la 8 p.m. Câteva ore mai târziu asistăm la începutul diversificării speciilor de animale în „explozia cambriană". Oamenii moderni apar cam cu o secundă înainte de miezul nopții. Conștiința umană se dezvoltă în această secundă, dar își atinge potențialul deplin odată cu tranziția către modernitatea comportamentală în „Marele Salt Înainte", care are loc în ultimele 300 de milisecunde (miimi de secundă).

După cum sper ca *Origini* s-o arate limpede, aceste câteva sute de milisecunde au fost extrem de active.

1. LA „ÎNCEPUT“

Originea spațiului, timpului și energiei

Nu vă lăsați amăgiți. Indiferent ce veți fi citit în unele cărțile de popularizare sau articole recente și oricât de convingătoare vi se vor fi părut, vă asigur că *nimeni* nu știe cum a început universul. Și nici măcar dacă „început“ e un cuvânt potrivit. Iar asta dintr-un motiv întemeiat. După cum vom vedea în cele ce urmează, știm că universul se extinde. Extrapolând către trecut, știm deci că trebuie să fi existat un moment în istorie când întreaga energie din univers era compactată într-un punct infinit de mic, din care a izbucnit în ceea ce numim „big bang“.

De unde știm? Capitolul de față va da unele răspunsuri la această întrebare, iar eu voi oferi dovezi în favoarea big bang-ului și a expansiunii universului în următoarele capitole, care tratează evoluția universului în primii săi 380 000 de ani. E de-ajuns să spunem că ceva de genul big bang-ului *trebuie* să se fi petrecut, iar cea mai bună estimare este că a avut loc acum 13,8 miliarde de ani, cu o marjă de eroare de câteva sute de milioane de ani.

A prezenta însuși „începutul“ universului e problematic pur și simplu fiindcă nici una dintre teoriile noastre nu poate face față acestei sarcini. Noi încercăm să înțelegem evoluția spațiului, timpului, masei și energiei aplicând relativitatea generală a lui Albert Einstein. Această teorie funcționează excelent, dar când avem de-a face cu obiecte foarte mici, trebuie să apelăm la o structură complet diferită, numită teoria cuantică. Relativitatea

generală poate trata anumite lucruri așa cum teoria cuantică n-o poate face, și vice versa. Dar când încercăm să punem laolaltă aceste două teorii pentru a crea o teorie unificată, vedem că ele nu se potrivesc, iar întreaga structură se prăbușește. Deocamdată totul rămâne speculativ și nu există un consens privind felul în care trebuie să arate o teorie cuantică a gravitației.

Și mai e ceva. Extrapolările noastre pornind din prezent ne spun că energia unui big bang fierbinte trebuie să fi fost mult, mult mai mare decât orice energie pe care putem spera s-o recreăm pe Pământ într-un accelerator de particule. Așadar, chiar dacă într-o bună zi vom avea o teorie pe care s-o aplicăm cu oarece încredere, niciodată nu vom fi în stare să construim un dispozitiv pentru a efectua experimentele și observațiile prin care să testăm predicțiile unei asemenea teorii.* Nu ne rămâne decât să ne bazăm pe ce putem descoperi în universul observabil și să deducem din teoriile noastre ce s-ar fi *putut* întâmpla în trecutul îndepărtat.

Asta înseamnă că începutul propriu-zis al universului (dacă *început* e cuvântul potrivit) se află dincolo de domeniul științei în viitorul previzibil, dacă nu cumva pentru totdeauna. Ceea ce, desigur, nu ne împiedică să facem speculații, și există multe teorii care dau diverse variante ale originii universului. În unele dintre ele, universul apare „din nimic" într-o fluctuație cuantică**. În altele, universul e doar unul dintr-un număr mare (poate infinit) de bule spațio-temporale expandate într-un „multivers" de posibilități. În altele, big bang-ul rezultă din colapsarea universului anterior, când butonul cosmic de „reset" e iarăși apăsat într-o succesiune ciclică eternă.

Nu există nici o dovadă empirică pentru vreuna dintre aceste idei. E posibil ca unele teorii să fie dezvoltate până în punctul în care să prezică fenomene fizice subtile, detectabile în universul

* Ceea ce e foarte bine. Nu vreau să mă gândesc ce s-ar întâmpla dacă am putea recrea pe Pământ condițiile din timpul big bang-ului. (*N. a.*)

** „Nimic" e un concept cu puternice conotații filozofice, și e mai bine să-l evităm dacă nu vrem să intrăm în dezbateri semantice. (*N. a.*)

nostru folosind instrumente de pe Pământ sau din sateliți (dar cred că e o posibilitate îndepărtată). Chiar și atunci însă, după cum am spus, predicția unor fenomene observabile azi ne permite doar să deducem ce s-ar fi putut petrece la momentul big bang-ului sau înaintea lui. Alegerea unui scenariu va rămâne o chestiune de credință.

„Despre ceea ce nu se poate vorbi trebuie să se tacă"[1], spunea Ludwig Wittgenstein. E un sfat bun, dar cum v-am promis o carte despre origini, în acest capitol mă voi afla la granița dintre știința acceptată (ceea ce știm și putem dovedi) și teoretizarea speculativă (ceea ce putem doar presupune pe baza unor principii științifice care au o oarecare valabilitate). La momentul potrivit voi trage semnale de alarmă pentru a nu cădea în capcane metafizice.

Povestea creației începe cu originea spațiului, timpului și energiei, iar aici ne întâlnim cu prima noastră provocare. Ce sunt spațiul, timpul și energia? Cum le putem concepe?

Natura spațiului și a timpului

Stau la birou și scriu aceste cuvinte la o tastatură conectată *wireless* la un laptop, privind cum frazele mele iau formă pe un ecran. Dacă-mi iau ochii de pe ecran și privesc în jurul meu văd o cameră obișnuită cu patru pereți. Doi dintre ei, în stânga și în spatele meu, sunt acoperiți cu rafturi în care se află modesta mea colecție de cărți, iar în dreapta e o canapea pentru oaspeții care rămân peste noapte la mine (și pe care azi, în mod excepțional, nu se află cărți). La fel ca voi, nu ezit să conchid că lucrurile din camera mea sunt obiecte în spațiu.

Dar ce anume e spațiul? Mă pot mișca prin el, însă nu-l pot vedea și nu-l pot atinge. Spațiul nu e ceva ce percepem direct. Percepem obiecte (ecrane, cărți, canapele), iar între aceste obiecte există anumite relații pe care le numim relații spațiale: aici în stânga, acolo în dreapta. Dar spațiul însuși nu face parte din

conținutul experiențelor noastre nemijlocite. Interpretăm că obiectele există într-un spațiu tridimensional ca rezultat al sintezei semnalelor electrice din creier transformate în percepții vizuale de mintea noastră.

În mod asemnător, mă deplasez în timp (într-o direcție), dar nu-l pot vedea și nu-l pot atinge. Timpul nu este un obiect palpabil. Percepția timpului pare să rezulte din percepția sinelui și a obiectelor din jur care își schimbă pozițiile relative (asta *era* în stânga, acum *e* în dreapta) sau își schimbă natura de la un tip de lucruri la altul.

Există în această cameră spațiul independent de obiectele din ea? Există timpul independent de lucrurile care se petrec? Cu alte cuvinte, sunt spațiul și timpul lucruri-în-sine „absolute"? În dezvoltarea teoriei mecanicii, pe care o prezintă în capodopera sa *Principiile matematice ale filozofiei naturale* (1687), Isaac Newton era dispus să recunoască relativitatea esențială a spațiului și timpului în ceea ce el numea „experiența comună". Era dispus să accepte că obiectele se mișcă apropiindu-se sau îndepărtându-se unele de altele, schimbându-și poziția relativă în spațiu și timp. Aceasta e mișcarea relativă, care poate fi definită simplu prin relațiile dintre obiecte. Dar teoria lui Newton impunea existența unei mișcări absolute care, susținea el, trebuie să implice un spațiu și un timp absolute alcătuind un fel de recipient în care obiectele există și lucrurile se întâmplă. Chiar dacă scoatem toate obiectele din univers, recipientul gol rămâne: tot va mai exista „ceva".

Einstein era de altă părere. Și-a pus problema asta pe când lucra ca „expert tehnic de gradul trei" la Biroul Elvețian de Brevete din Berna, cu peste două secole mai târziu, în 1905. El a conchis că spațiul și timpul absolute nu pot exista, concluzie ce decurge din teoria relativității speciale. Această teorie se bazează pe două principii fundamentale. Primul, numit *principiul relativității*, afirmă că observatorii care se găsesc în stări de mișcare relativă cu viteze diferite (dar constante) *trebuie* să observe exact aceleași legi fundamentale ale fizicii.

Pare perfect rezonabil. Să presupunem că eu fac un set de măsurători aici, pe Pământ, din care deduc unele legi ale fizicii. Tu faci aceleași măsurători la bordul unei nave spațiale care se îndepărtează cu mare viteză de Pământ. Concluziile pe care le tragem din cele două seturi de măsurători trebuie să fie identice. Nu pot exista un set de legi ale fizicii pentru mine și altul pentru observatorul din spațiu, fiindcă altminteri n-ar mai fi legi. Putem pune problema invers. Dacă legile fizicii sunt aceleași pentru toți observatorii, atunci nu există nici o măsurătoare care să ne spună care observator se mișcă în raport cu celălalt. Se poate la fel de bine ca tu să fii în repaus, iar eu să mă îndepărtez cu mare viteză. Nu putem face diferența folosind măsurători fizice.

Al doilea principiu al lui Einstein se leagă de viteza luminii. Pe când Einstein lucra la relativitatea specială, fizicienii fuseseră obligați să conchidă că viteza luminii e constantă, independent de viteza sursei de lumină. Dacă eu măsor viteza luminii emise de o sursă staționară de pe Pământ, iar tu măsori viteza luminii emise de aceeași sursă de la bordul unei nave spațiale deplasându-se cu mare viteză, ne așteptăm să obținem exact același rezultat. În loc să încerce să-și explice *de ce* viteza luminii e independentă de viteza sursei, Einstein a acceptat acest lucru ca pe un fapt. El a presupus că viteza luminii e o constantă universală, și s-a apucat să deducă ce decurge de aici.

O consecință imediată este că nu există timp absolut. Iată de ce. Să presupunem că observi un eveniment ieșit din comun. În timpul unei furtuni vezi două trăsnete care lovesc pământul simultan, unul în stânga ta, celălalt în dreapta. Te afli în repaus, așa încât faptul că îi ia un timp luminii celor două trăsnete pentru a ajunge la tine nu are consecințe reale. Lumina călătorește foarte repede, iar tu vezi ambele trăsnete în momentul în care cad. Eu însă văd altceva. Mă deplasez cu mare viteză – jumătate din viteza luminii – de la stânga la dreapta. Trec prin dreptul tău chiar în momentul în care faci observațiile. Deoarece mă mișc atât de repede, timpul în care lumina trăsnetelor ajunge la mine are

consecințe măsurabile. Când ajunge la mine lumina de la fulgerul din stânga, eu m-am mișcat mult spre dreapta, așa încât lumina are de străbătut o distanță mai mare. Dar lumina de la fulgerul din dreapta are o distanță mai mică de parcurs, fiindcă m-am apropiat de ea. Rezultatul e că văd trăsnetul din dreapta lovind primul (figura 1). Tu vezi trăsnetele lovind simultan, eu nu. Cine are dreptate?

Amândoi avem dreptate. Principiul relativității cere ca legile fizicii să fie aceleași, indiferent de mișcarea relativă a observatorului, și nu putem folosi măsurători fizice pentru a spune care din noi doi se mișcă. Trebuie deci să conchidem că nu există simultaneitate absolută. Nu există nici un sistem de referință hotărâtor sau privilegiat în care să putem spune că aceste lucruri au loc exact în același timp. Ele se pot petrece simultan în acest sistem de referință, după cum se pot petrece la momente diferite

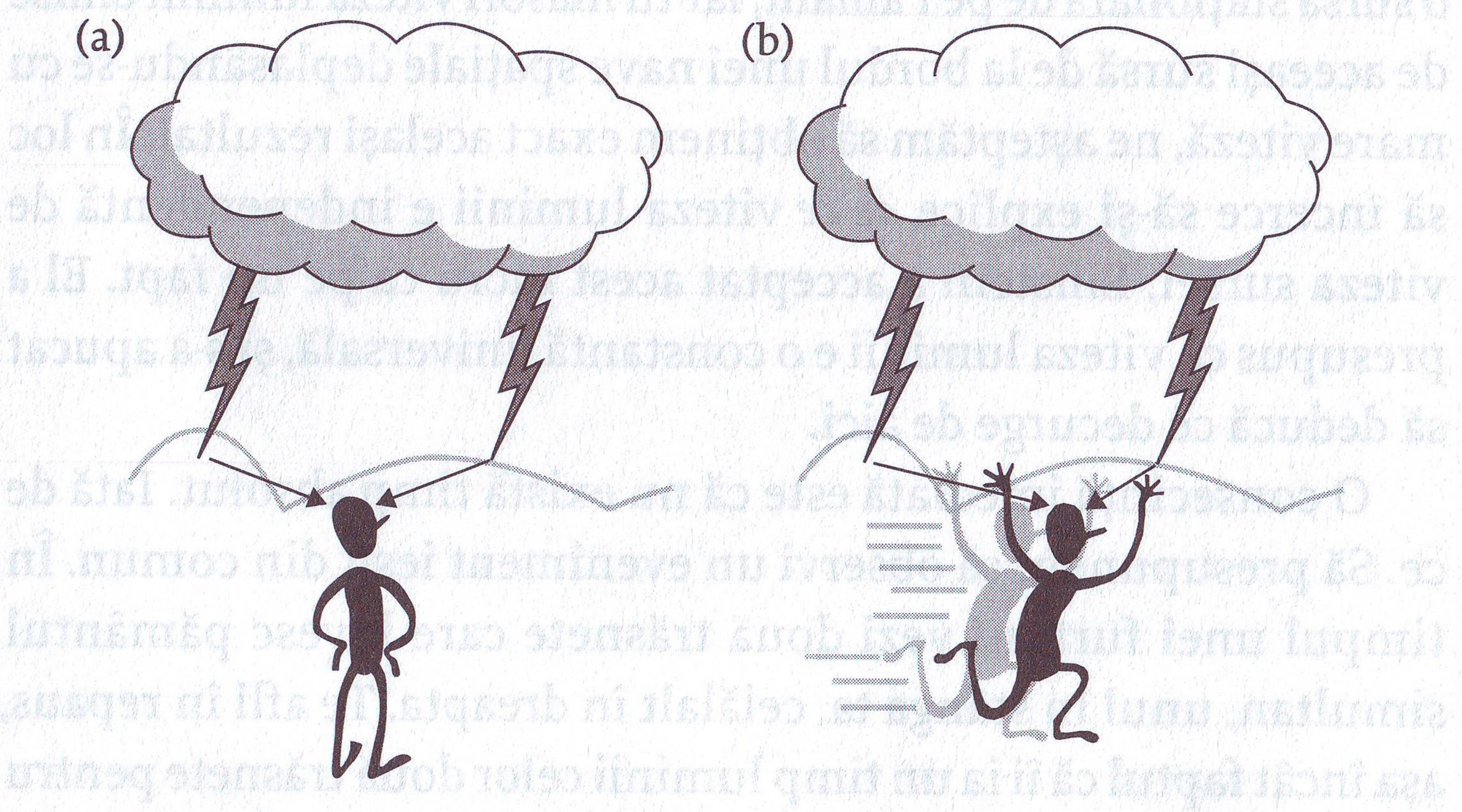


Figura 1. *Observatorul staționar din (a) vede trăsnetele lovind simultan, fiindcă lumina ambelor trăsnete călătorește atât de repede, încât ele par instantanee. Însă observatorul din (b), deplasându-se cu o fracțiune importantă din viteza luminii, vede altceva. El se deplasează cu jumătate din viteza luminii de la stânga la dreapta, așa încât atunci când lumina de la trăsnetul din stânga ajunge la el, el s-a deplasat spre dreapta. Lumina de la trăsnetul din dreapta are de parcurs o distanță mai mică. Observatorul din (b) vede deci că trăsnetul din dreapta lovește primul.*

în alt sistem, iar toate sistemele sunt la fel de valabile. Prin urmare, nu poate exista un timp „real" sau absolut. Percepem evenimentele diferit, pentru că timpul e realtiv.

Einstein a elaborat un set asemănător de argumente pentru a demonstra că și spațiul e relativ. Consecințele stranii ale relativității speciale sunt bine cunoscute. Condiția ca legile fizicii să apară la fel tuturor observatorilor dintr-un univers în care viteza luminii e fixă face ca intervalele de timp (duratele) să se poată dilata, iar intervalele spațiale (distanțele) să se poată contracta. Asta înseamnă că observatori diferiți călătorind cu viteze diferite vor măsura durate și distanțe diferite.

Dar nu e totul pierdut. Dilatarea timpului și contracția distanței sunt ca două fețe ale aceleiași monede. Ele sunt legate prin raportul dintre viteza observatorului care face măsurătorile și viteza luminii. Combinând spațiul și timpul într-un *spațiu-timp* cvadridimensional, intervalele măsurate în acest spațiu-timp nu sunt afectate de relativitate. În intervalele spațio-temporale, dilatările tipului sunt compensate de contracțiile distanțelor, și vice versa.

Rezultă oare de aici că, deși spațiul și timpul sunt relative, spațiul-timp e absolut? Unii fizicieni contemporani cred că da, alții cred că nu. Important pentru noi e să înțelegem că trebuie să abandonăm ideea noastră simplistă, de bun-simț, că spațiul și timpul sunt indepedente, și să acceptăm că în universul nostru ele sunt inextricabil legate.

Masa și energia

Articolul lui Einstein din 1905 despre realtivitatea specială era extrem de simplu, dar avea implicații profunde. El a continuat să se gândească la consecințele teoriei, iar la câteva luni a publicat o scurtă completare în aceeași revistă. În al doilea articol considera cazul în care un obiect în mișcare emite două fascicule de lumină

în direcții opuse. Întreaga energie inițială a obiectului e sub forma energiei de mișcare (energie cinetică). Fiecare fascicul luminos preia aceeași cantitate de energie de la obiect, $\frac{1}{2} E$. Cum energia totală trebuie să se conserve, energia cinetică a obiectului trebuie să scadă cu E, ceea ce e perfect logic, odată ce lumina transportă energie, iar energia trebuie să vină de undeva.

Și-a imaginat apoi ce ar măsura doi observatori, unul deplasându-se împreună cu „sistemul de referință de repaus" al obiectului (față de care obiectul se află în repaus), iar celălalt deplasându-se cu viteză constantă în raport cu acest sistem de referință. Observatorii măsoară diferența de energie a obiectului înainte și după emisia luminii. Einstein a găsit, deloc surprinzător, că observatorii obțin rezultate diferite. După câteva calcule, a ajuns la o expresie matematică din care decurgea o concluzie remarcabilă. Energia fasciculelor de lumină provine din energia cinetică a obiectului, care poate fi calculată din masa și viteza sa.[2] Din diferența dintre cele două seturi de rezultate, Einstein a dedus că energia emisă nu provine de la viteza obiectului (cum era de așteptat), ci de la *masa* lui.

Dacă energia totală transportată de lumină este E, Einstein a conchis că masa m a obiectului trebuie să scadă cu E/c^2, unde c este viteza luminii. Nu contează cu ce fel de obiect avem de-a face, e un rezultat general, universal aplicabil. Masa inerțială a unui obiect (o măsură a rezistenței sale la accelerare) e în același timp o măsură a cantității de energie pe care o conține. Astăzi ne-am grăbi pesemne să rearanjăm ecuația din articolul lui Einstein pentru a obține celebra formulă $E = mc^2$. Dar Einstein n-a făcut-o. Deși nu era sigur că acest lucru va putea fi vreodată testat experimental, era pregătit să accepte ipoteza că într-o bună zi transformarea masei în energie va fi observată la substanțele radioactive cum e radiul.

Teoria specială a relativității pune în dificultate ideile noastre de bun-simț privind realitatea fizică a spațiului și timpului, a materiei și energiei. Spațiul și timpul sunt relative, ele sunt

definite de lucrurile pe care le conțin și de evenimentele care au loc, dar spațiul-timp *ar putea* fi absolut. Masa e energie, iar din energie poate izvorî masă. Aceste modificări ale ideilor noastre comune sunt importante dacă vrem să înțelegem ce anume a apărut la big bang. Mai e însă și o altă modificare de care trebuie să ținem cont. Spațiul-timp și masa-energie nu sunt complet independente una de alta. Ele sunt prinse într-un dans elegant descris de teoria generală a relativității a lui Einstein.

Gravitația și geometria

Gravitația e o forță pe care o cunoaștem bine. Când dau drumul unui obiect, el cade pentru că e supus forței gravitaționale. Ne luptăm cu această forță în fiecare dimineață când ne sculăm din pat sau când ridicăm ceva greu. Gravitația e de vină când ne împiedicăm și ne lovim la genunchi. Ne e atât de familiară, încât suntem tentați să presupunem că știința trebuie să fi răspuns de mult la toate întrebările legate de ea.

Și într-adevăr, învățăm la școală legea atracției universale a lui Newton. Obiectele materiale se atrag reciproc cu o forță proporțională cu produsul maselor și invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele.[3] Deși legea lui Newton a fost o mare realizare, în interpretarea ei apar unele dificultăți cunoscute din vremea lui Newton, dar pe care el n-a reușit să le rezolve. În universul mecanic descris de legile newtoniene ale mișcării, interpretăm forța ca pe ceva care e exercitat sau imprimat de obiecte care se lovesc unele de altele. O piatră nu se mișcă dacă nu-i tragem un șut sau n-o aruncăm, accelerând-o până la o viteză finală cu care pornește prin aer. Dar ce anume menține Luna în îmbrățișarea gravitațională a Pământului? Cum produce Luna mareele? Când un pahar cu cocktail alunecă printre degetele unui invitat, ce îl apucă și îl izbește de podea? Newton era nedumerit. Forța gravitației părea să implice o stranie „acțiune la distanță". Obiectele

se influențează reciproc la mari distanțe prin spațiu gol, fără să pară că se transmite ceva între ele. Criticii l-au acuzat că introduce „elemente oculte" în mecanica sa.

O parte din soluția acestei probleme a găsit-o Einstein în noiembrie 1907, pe când se afla la Biroul de Brevete, unde fusese promovat în funcția de „expert tehnic de gradul doi". „Stăteam pe scaun în biroul meu de la Berna. Brusc, am fost fulgerat de un gând: «Dacă un om e în cădere liberă, nu-și simte greutatea»", avea să-și amintească el mai târziu.[4] Cu această observație uimitor de simplă, Einstein a înțeles că, local, resimțim gravitația la fel ca accelerația – idee pe care a numit-o principiul echivalenței. Pentru a calcula consecințele ei a muncit încă opt ani și a trebuit să facă o legătură spectaculoasă între gravitație și geometrie.

Geometria pe care o învățăm la școală se numește geometrie euclidiană, după matematicianul grec Euclid din Alexandria. În această geometrie, dreptele paralele nu se intersectează niciodată, suma unghiurilor unui triunghi este de 180 de grade, iar circumferința unui cerc e dublul razei înmulțit cu π. Este o geometrie asociată cu un tip de spațiu tridimensional pe care matematicienii îl numesc „plat". Noi învățăm geometria euclidiană fiindcă spațiul-timp din universul nostru se întâmplă să fie plat.

Într-un spațiu plat, distanța cea mai mică între două puncte e linia dreaptă pe care o trasăm între ele. Care e însă cea mai mică distanță dintre Londra și Sydney? Răspunsul pe care îl găsim este 10 553 de mile, numai că această distanță nu e o linie dreaptă. Suprafața Pământului e curbă, iar distanța cea mai mică dintre două puncte de pe ea este de fapt o linie curbă numită *geodezică*.

Urmează un salt uimitor în imaginație: și dacă spațiul-timp din apropierea unui obiect masiv nu e „plat"? Ce s-ar întâmpla dacă ar fi curb? Einstein și-a dat seama că putea scăpa de acțiunea la distanță implicată de gravitația newtoniană înlocuind-o cu un spațiu-timp curb. Un obiect cu o masă-energie mare deformează spațiul-timp din jurul lui, iar obiectele din apropiere urmează drumul cel mai scurt determinat de acest spațiu-timp curb.

Mai târziu, fizicianul american John Wheeler avea să rezume astfel situația: „Spațiul-timp îi spune materiei cum să se miște; materia îi spune spațiului-timp cum să se curbeze."[5] În relativitatea generală, gravitația nu e o forță pe care materia o exercită asupra materiei, ci e o forță pe care materia (sau, riguros vorbind, masa-energie) o exercită asupra spațiului-timp însuși. Obiectele resimt o atracție gravitațională reciprocă, dar atracția e *indirectă*, e mijlocită de curbura spațiului-timp dintre ele.

Acestea sunt efecte subtile, dar reale. Teoria relativității generale prezice corect unele particularități ale orbite planetei Mercur care se datorează curburii spațiului-timp din apropierea Soarelui, particularități pe care teoria newtoniană a gravitației nu le poate prezice corect. Și cu toate că lumina de la o stea îndepărtată care, în drumul ei spre Pământ, trece pe lângă Soare urmează o traiectorie dreaptă, curbura spațiului-timp din apropierea Soarelui face ca traiectoria să apară curbată. Când acest fenomen a fost pus în evidență în timpul unei eclipse totale de Soare din 1919, Einstein a devenit celebru.*

La 24 aprilie 2004 a fost lansată sonda Gravity B pe o orbită polară, la 642 km deasupra Pământului. La bordul său se aflau patru giroscoape destinate să măsoare efectele curbării spațiului-timp din apropierea Pământului. Pentru a elimina torsiunile nedorite, satelitul se rotea o dată la fiecare 78 de secunde, iar propulsoarele îl îndreptau constant spre steaua IM Pegasi din constelația Pegas (figura 2). Două efecte au fost măsurate. Curbura spațiului-timp provoacă precesia** giroscoapelor în planul orbitei

* Rezultatele observațiilor lui Eddington din 1919 n-au fost cu adevărat revelatoare (vezi Simon Singh, *Big bang*, Editura Humanitas, București, 2008), dar și el, și Einstein erau convinși de corectitudinea relativității generale. (*N. red.*)

** Aceasta are ca rezultat o deplasare a axei de rotație a giroscoapelor care, deși foarte mică, poate fi măsurată cu mare precizie. Îmi amintesc că în copilărie mă jucam cu un mic giroscop. Îi imprimai rotația trăgând de un fir și urmăreai ce se întâmplă (erau vremuri mai simple). Așa am descoperit precesia, deși habar n-aveam la ce mă uitam. (*N. a.*)

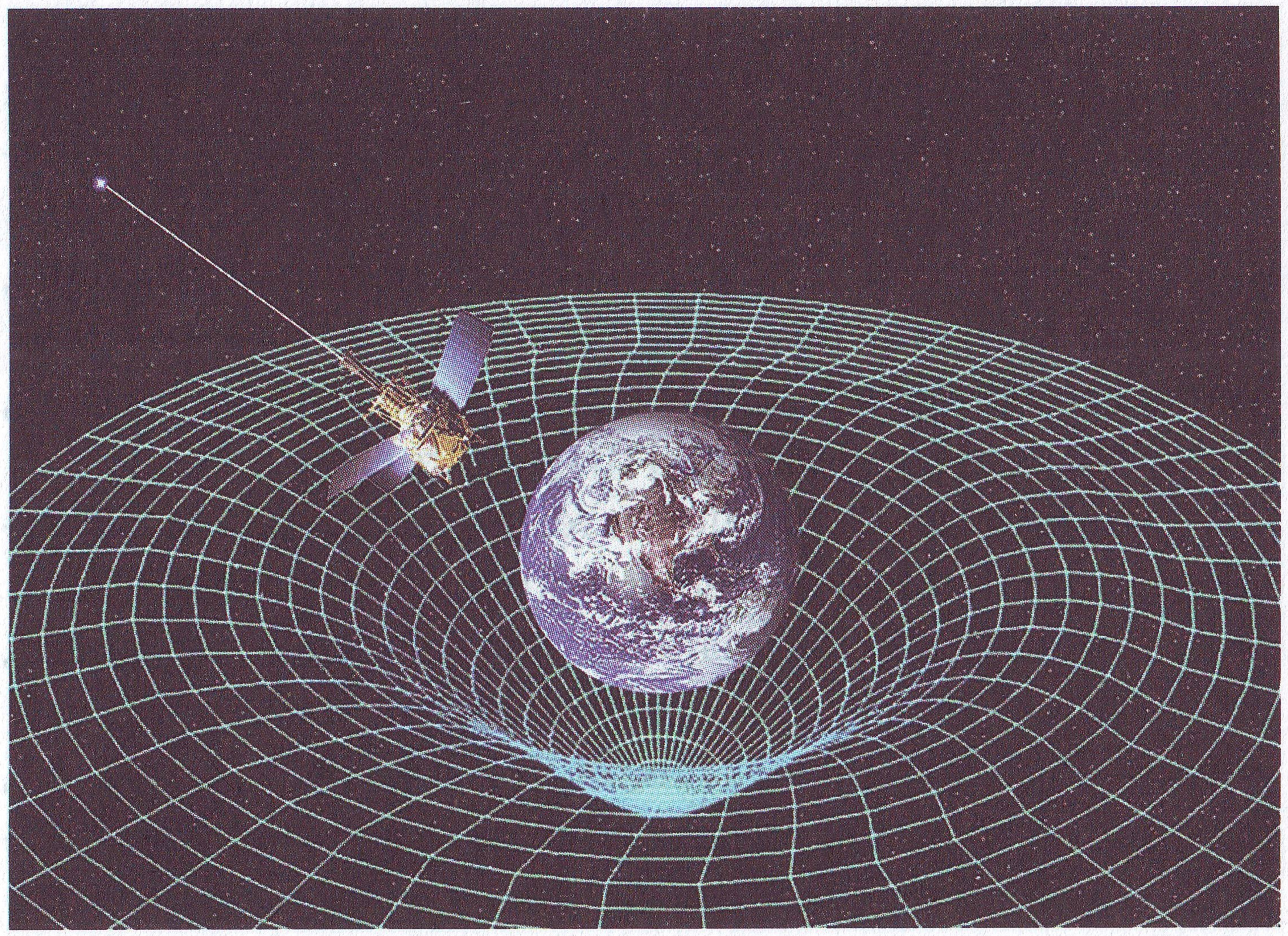


Figura 2. *Sonda Gravity B a fost lansată în aprilie 2004 și a măsurat două fenomene asociate curburii spațiului-timp din apropierea Pământului. Rezultatele au fost anunțate în mai 2011, confirmând în detaliu relativitatea generală. Imaginea reprezintă satelitul mișcându-se în spațiul-timp curb din jurul Pământului, orientat spre steaua IM Pegasi din constelația Pegas.*

satelitului (pe direcția nord-sud), efect numit *derivă geodezică*. Al doilea efect este *antrenarea sistemului de referință*. Când Pământul se învârte în jurul axei sale, el trage după sine spațiul-timp din apropiere în planul perpendicular pe planul orbitei satelitului (pe direcția est-vest). Aceasta generează o a doua precesie a giroscoapelor. Rezultatele au fost anunțate într-o conferință de presă pe 4 mai 2011. Deși o oscilație neașteptată a giroscoapelor provocase anumite dificultăți, rezultatele au confirmat strălucit relativitatea generală. Și o ultimă dovadă. În iunie 1916 Einstein a emis ipoteza că mici fluctuații ale câmpului gravitațional ar apărea ca unde, la fel ca valurile pe suprafața unui lac. Asemenea *unde gravitaționale* ar fi produse de două corpuri masive rotindu-se unul în jurul altuia în ceea ce astronomii numesc sistem binar, întinzând și comprimând spațiul-timp dintre ele. Abia în anii 1950

și 1960 fizicienii s-au gândit că ar putea detecta undele gravitaționale, iar pe 15 septembrie 2015 au fost într-adevăr detectate unde gravitaționale generate de fuzionarea a două găuri negre, într-un experiment numit LIGO (Laser Interferometry Gravitational-wave Observatory – Observatorul de unde gravitaționale prin interferometrie laser). Rezultatul a fost anunțat într-o conferință de presă pe 11 februarie 2016. De atunci au mai fost raportate câteva fuzionări de găuri negre, iar în 2017 undele gravitaționale produse de ciocnirea a două stele neutronice au fost observate de LIGO și în experimentul Virgo din Italia. Detectarea undelor gravitaționale este o excepțională confirmare a relativității generale și deschide o nouă fereastră către evenimente din zone îndepărtate ale universului, fără a face apel la lumină sau alte forme de radiație electromagnetică pentru a ne spune ce se întâmplă.

Universul în expansiune

În 1915 Einstein și-a prezentat relativitatea generală la Academia Prusacă de Științe din Berlin. Doi ani mai târziu a aplicat teoria întregului univers. La prima vedere, pare teribil de greu. Cum poate un singur set de ecuații să descrie întregul univers? Răspunsul este: facând câteva presupuneri simplificatoare. Einstein a trebuit să presupună că universul e uniform în toate direcțiile, conținând obiecte care au același tip de compoziție. El a trebuit de asemenea să presupună că universul observat de pe Pământ nu diferă de universul observat din oricare alt punct. Cu alte cuvinte, observatorii de pe Pământ nu ocupă o poziție specială sau privilegiată. Ceea ce observăm este un „eșantion reprezentativ“ pentru ansamblul universului.

Einstein a obținut ceva foarte interesant: un univers finit, și totuși „nelimitat“, fără margini. Noi știm că solul pe care mergem pare plat, dar dacă mergem suficient de departe într-o direcție, mai știm și că în cele din urmă vom face ocolul Pământului,

fără să cădem de pe marginea lui. În universul lui Einstein spațiul-timp se curbează închizându-se în sine, la fel ca suprafața unei sfere. În orice punct din univers spațiul-timp pare plat, dar de fapt e ușor curbat. Einstein a dat însă curând peste o mare dificultate. El anticipase că universul care rezulta din ecuațiile lui trebuia să fie în acord cu prejudecățile științifice predominante – un univers stabil, static și etern. Ceea ce a obținut era un univers dinamic – în expansiune sau în contractare, în funcție de presupunerile inițiale. Ecuațiile de câmp sugerau că un univers static e imposibil.

Gravitația e cea mai slabă dintre forțele naturii (ne vom întâlni cu celelalte forțe în acest capitol), dar e cumulativă, inexorabilă și acționează într-o singură „direcție" – face să se atragă obiectele între ele, nu și să se respingă. Einstein a înțeles că atracția gravitațională reciprocă dintre toate obiectele materiale din univers l-ar face să colapseze. Era un rezultat îngrijorător, care contrazicea nu numai opinia general acceptată, dar și observațiile. După secole de astronomie, nu există nici o dovadă că stelele din univers ar goni unele spre altele într-o prăbușire catastrofală. Lucrurile stau mai curând invers, după cum vom vedea.

Dar nu exista nimic în ecuațiile câmpului gravitațional care să împiedice acest lucru. „A trebuit să introducem o extindere a ecuațiilor de câmp, care nu e justificată de cunoașterea actuală a gravitației", avea să explice Einstein mai târziu.[6] Membrul stâng al celei mai generale forme a acestei ecuații descrie curbura spațiului-timp, deci tăria forței gravitaționale ce va acționa asupra întregii mase-energie, care e rezumată în membrul drept al ecuației. Einstein a ales să modifice ecuația scăzând din membrul stâng un termen conținând o „constantă cosmologică", notată cu litera grecească Λ (lambda).

În esență, acest termen suplimentar impregnează spațiul-timp cu un fel de bizară forță antigravitațională, un fel de presiune negativă care se face simțită pe distanțe mari și contracarează efectul curbării provocate de întreaga masă-energie din univers.

Prin alegerea atentă a valorii constantei cosmologice, Einstein a găsit că putea echilibra atracția gravitațională care tindea să adune totul laolaltă, produsă de întreaga masă-energie din membrul drept, cu un spațiu-timp din membrul stâng care are tendința de a îndepărta obiectele unele de altele. Rezultatul era echilibrul perfect, un univers static.

Era o soluție elegantă. Introducerea constantei cosmologice nu altera felul în care acționa relativitatea generală pe distanțe scurte, așa încât predicțiile legate de orbita lui Mercur și de curbarea luminii provenind de la stele rămâneau valabile. Era totuși o „născocire" nesatisfăcătoare – nu exista nici o dovadă în favoarea constantei cosmologice, cu excepția observației generale că universul *pare* să fie stabil și static.

Eliberate de prejudecățile privind tipul de univers care ar trebui să rezulte, ecuațiile de câmp ale lui Einstein produceau mai multe tipuri de soluții posibile. În 1922, fizicianul și matematicianul rus Aleksandr Friedmann a dat mai multe soluții ale ecuațiilor inițiale ale lui Einstein. Nu-l interesa neapărat să reprezinte universul nostru, preferând să exploreze diferitele posibilități matematice. Prin urmare, deși a păstrat termenul cosmologic introdus de Einstein, el a presupus că aceasta poate lua orice valoare, inclusiv zero.

Friedmann a găsit diferite modele de univers posibile, cu proprietăți și comportament care depind de relațiile dintre cantitatea de masă și valoarea constantei cosmologice. El s-a concentrat asupra soluțiilor cu o curbură pozitivă a spațiului-timp, arătând că acestea pot reprezenta un univers care se extinde sau se contractă. S-a ocupat mai ales de soluții corespunzând unei constante cosmologice nule, care oscilează înainte și înapoi, expansiunea alternând cu contracția, perioada de oscilație depinzând de cantitatea de masă.

Despre un univers în care densitatea de masă-energie e mare (multe obiecte într-un volum de spațiu dat) și rata de expansiune e mică, spunem că e „închis". El se va extinde încetinit până se

oprește, pentru ca apoi să colapseze. Spațiul-timp într-un asemenea univers are o curbură pozitivă. Câțiva ani mai târziu Friedmann a examinat universuri în care curbura spațiului-timp e negativă. Asemenea universuri sunt infinite, spunem despre ele că sunt „deschise" și se vor extinde pentru totdeauna.

Din păcate, Friedmann a murit de febră tifoidă în 1925. Soluțiile sale pentru un univers în expansiune au fost însă redescoperite în mod independent în 1927 de teoreticianul (și preotul) belgian Georges Lemaître. La început Einstein a respins ideea unui univers în expansiune, dar la începutul anilor 1930, când dovezile astronomiei observaționale* indicau că universul într-adevăr se extinde, a recunoscut că greșise și a regretat că și-a denaturat ecuațiile.[7] Dovezile în favoarea unui univers în expansiune au devenit copleșitoare în 1965, odată cu descoperirea radiației cosmice de fond. Aceasta e rămășița rece a radiației fierbinte care a umplut universul la scurt timp după nașterea lui. Ne vom întâlni cu ea în capitolul 3.

Dar ce anume *provoacă* extinderea universului? Într-un articol publicat în 1933, Lemaître sugera că expansiunea e declanșată pentru că spațiul-timp gol de fapt nu e gol. Einstein introdusese termenul cosmologic în membrul stâng al ecuației sale de câmp ca o modificare a spațiului-timp menită să compenseze efectele curburii produse de întreaga masă-energie din univers. Poți însă foarte bine să muți termenul cosmologic din membrul stâng (spațiu-timp) al ecuației în membrul drept (masă-energie). Acum el reprezintă o contribuție *pozitivă* la întreaga masă-energie a universului. Nu e masa-energie cunoscută, pe care o asociem cu stelele, planetele și oamenii, ci ia forma unei energii a spațiului-timp gol numită *energia vidului*.[8] La acea vreme, articolul lui Lemaître n-a avut mari ecouri, dar trebuie să reținem legătura dintre rata de expansiune a spațiului-timp și energia vidului, fiindcă vom avea nevoie de ea în curând.

* Vom vorbi mai pe larg despre aceste dovezi în capitolul 4. (*N. a.*)

Timpul, dimensiunea și temperatura

Am ajuns în fine în punctul de unde ne putem începe povestea. Dacă universul se extinde, atunci logica elementară ne sugerează că putem „da ceasul înapoi" și conchide că trebuie să fi avut o origine la un moment dat. Din motive care se vor lămuri în capitolele următoare, credem că originea datează din urmă cu 13,8 miliarde de ani. Studiul evoluției universului din acel moment seamănă cu studiul evoluției unei bile omogene de materie fierbinte și densă care tocmai a explodat. Variabilele cărora trebuie să le acordăm mare atenție sunt timpul, dimensiunea și temperatura. Pe măsură ce trece timpul, universul se extinde, dimensiunea lui crește. Pe măsură ce se extinde, se răcește. Iar pe măsură ce se răcește, forma materiei din interiorul lui se schimbă.

Figura 3 (a) este o ilustrare tipică a expansiunii universului de la big bang până în prezent. Universul tridimensional e reprezentat printr-o secțiune bidimensională, iar expansiunea e reflectată de aria secțiunii pe măsura trecerii timpului. Materia din univers (planete, stele, galaxii) e ilustrată în interiorul secțiunii.

Observați că există unele subtilități – nu e o expansiune liniară pornind de la un „timp zero". Universul începe prin a fi infinit mic, apoi, brusc, suferă o scurtă explozie de dilatare exponențială ca rezultat al inflației cosmice (la care voi reveni). Pe urmă, universul se liniștește, rata de expansiune scăzând sub acțiunea de frânare a întregii mase-energii din univers. Ce nu ne arată figura 3 (a) este că, la vreo 9 miliarde de ani după big bang, rata de expansiune începe din nou să fie accelerată.

Pe măsură ce universul se extinde, temperatura medie scade. Figura 3 (b) prezintă această scădere a temperaturii din momentul în care are sens să vorbim despre „temperatură", la scurt timp după big bang, până în prezent.* Dreapta din grafic pare absurd

* Figura 3 (b) dă temperaturile măsurate în grade kelvin (K). Scala de temperatură Kelvin se obține prin adăugarea a 273 de grade la scala Celsius, astfel că punctul de îngheț al apei este la 0° C sau 273 K, iar punctul de

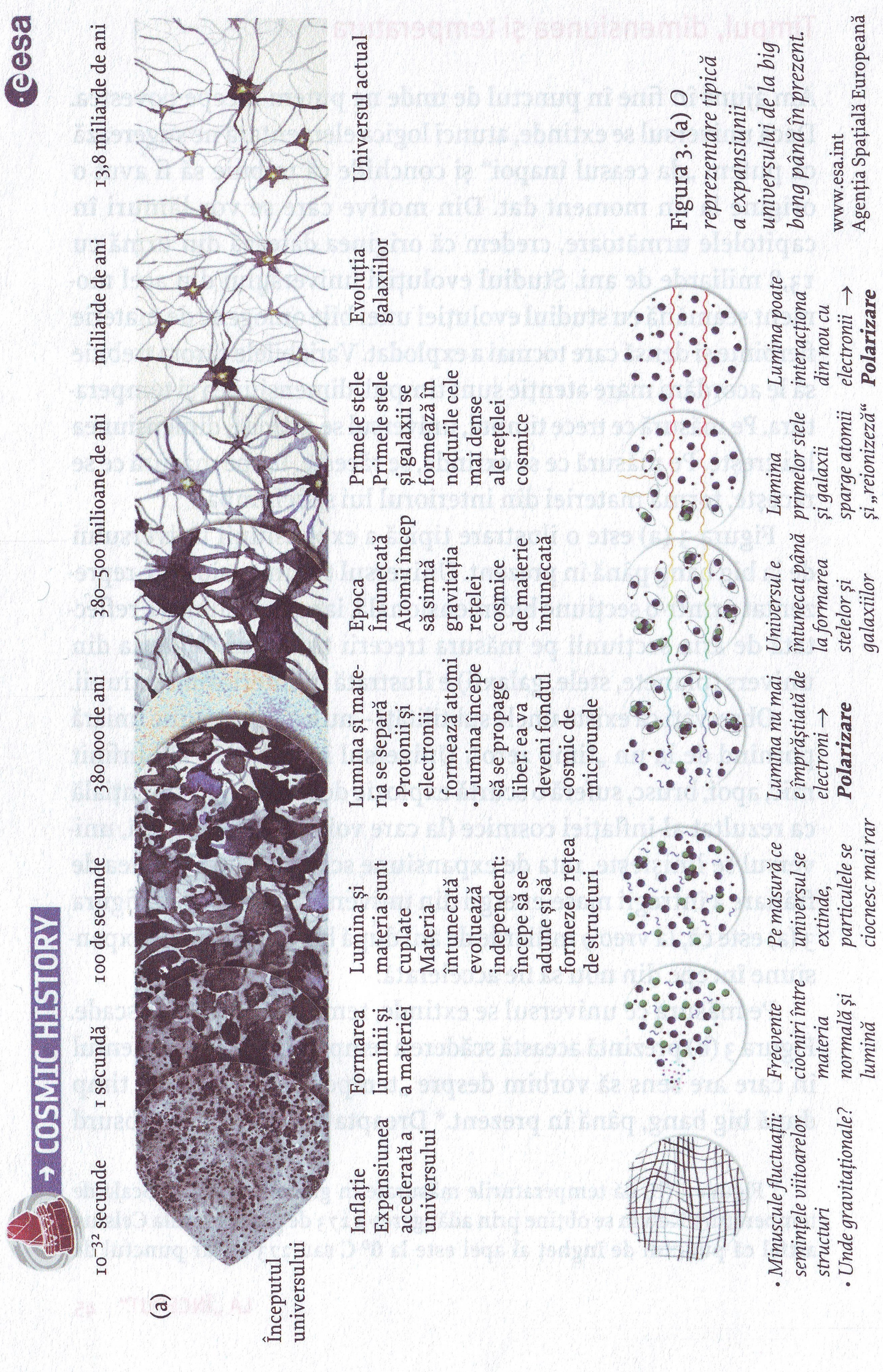


Figura 3. (a) O reprezentare tipică a expansiunii universului de la big bang până în prezent.
www.esa.int
Agenția Spațială Europeană

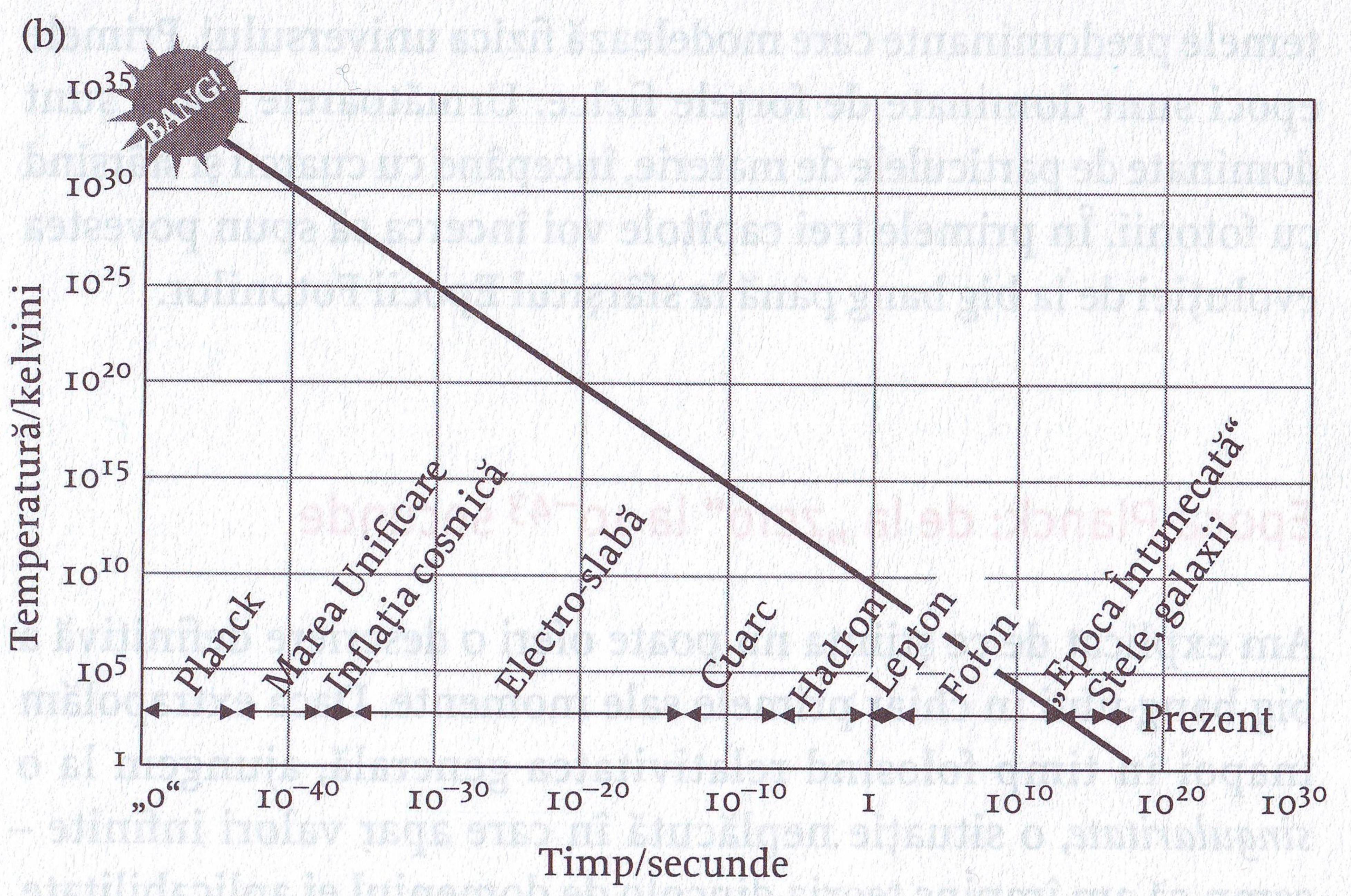


Figura 3. *(b) Pe măsură ce se extinde, universul se răcește. Temperatura medie definește și delimitează o serie de „epoci" în care natura forțelor și particulelor se schimbă. Observați că atât scara timpului, cât și cea a temperaturii sunt logaritmice, crescând în ordine de mărime, ceea ce pune în evidență primele momentele din evoluția universului.*

de simplă, dar observați că și scara timpului, și cea a temperaturii sunt logaritmice – cresc ca puterile lui zece. Azi ne aflăm la 13,8 miliarde de ani după big bang, sau ceva mai mult de 400 000 de bilioane (4×10^{17}) de secunde.*

Temperatura medie a universului e extem de importantă, fiindcă determină ce tipuri de lucruri și ce tipuri de forțe pot exista în el. Temperatura medie este deci folosită pentru a defini și a delimita o serie de „epoci" începând de la big bang, prin evoluția forțelor și a particulelor elementare, a nucleelor atomice, atomilor, stelelor și galaxiilor. Aceste epoci sunt clasificate după

fierbere este la 100°C sau 373 K. Zero K este „zero absolut", temperatura unui corp (ipotetic) cu energie absolut zero. (*N. a.*)

* Dacă aveți nedumeriri privind reprezentare numerelor foarte mici sau foarte mari prin numere înmulțite cu puteri ale lui zece (ca în 4×10^{17}), consultați anexa. (*N. a.*)

temele predominante care modelează fizica universului. Primele epoci sunt dominate de forțele fizice. Următoarele epoci sunt dominate de particulele de materie, începând cu cuarcii și sfârșind cu fotonii. În primele trei capitole voi încerca să spun povestea evoluției de la big bang până la sfârșitul Epocii Fotonilor.

Epoca Planck: de la „zero" la 10^{-43} secunde

Am explicat de ce știința nu poate oferi o descriere definitivă a big bang-ului în chiar primele sale momente. Dacă extrapolăm înapoi în timp folosind relativitatea generală, ajungem la o *singularitate*, o situație neplăcută în care apar valori infinite – semn că am împins teoria dincolo de domeniul ei aplicabilitate. Teoria pur și simplu n-o poate trata. Ar trebui să rezolvăm problema încorporând și teoria cuantică, iar până acum nu s-a ajuns la un consens în privința felului în care trebuie procedat.

Dar ce anume *credem* că s-ar fi putut întâmpla? Să ne amintim că la big bang sunt create spațiul, timpul și energia, adică tot ce există, cel puțin în universul *nostru*. Nu avem o teorie care să se aplice la momentul big bang-ului, dar putem încerca să ghicim ce s-a întâmplat la scurt timp după aceea extrapolând proprietățile universului așa cum ne apare nouă azi.

De la magazinul din apropiere cumpăr deseori gheață care se vinde în pungi de plastic și cântărește câteva kilograme. Cuburile de gheață au aproximativ aceeași dimensiune, dar tind să se lipească unele de altele și sunt greu de separat. Să presupunem că golesc conținutul pungii într-o cratiță mare. Grămada de gheață e amestecată – nu e nici uniformă, nici simetrică. Arată diferit din direcții diferite: blocuri mai mici într-o parte, blocuri mai mari în alta. Această neuniformitate persistă și la nivelul microscopic al moleculelor din care e alcătuită gheața. Moleculele formează o rețea cristalină care arată diferit din direcții diferite. Există o diferență între direcțiile sus-jos, stânga-dreapta și față-spate.

Ce se întâmplă dacă pun cratița pe aragaz și o încălzesc? E simplu. Cuburile și blocurile de forme diferite încep să se topească. Curând, am în cratiță un volum de apă lichidă mult mai uniform (și mult mai simetric și mai omogen). La nivel microscopic, rețeaua cristalină e înlocuită de molecule de apă care se mișcă încoace și încolo, dar sunt legate între ele în rețele pe distanțe scurte. E mult mai greu să observăm diferențele dintre direcțiile sus-jos, stânga-dreapta și față-spate.

Acopăr acum cratița cu un capac etanș, așa încât nimic să nu iasă afară. Dacă continui s-o încălzesc, în cele din urmă lichidul va fierbe, iar distribuția aburului (a vaporilor de apă) din cratiță va fi și mai uniformă (și simetrică). La nivel microscopic, moleculele individuale de apă trec în mare viteză unele pe lângă altele sau se ciocnesc, iar rețelele pe distanțe scurte dispar. A devenit imposibil să distingem între sus-jos, stânga-dreapta și față-spate. Vaporii arată la fel din toate direcțiile.

Scenariul nu e foarte diferit de felul în care ne închipuim că s-ar comporta bucățile de univers dacă l-am putea încălzi la temperaturile existente la scurt timp după big bang. Marea diversitate de particule și forțe care modelează universul nostru e de așteptat să dispară pe măsură ce ele devin tot mai omogene și mai simetrice. Azi avem de-a face în natură cu patru forțe. Am întâlnit deja gravitația, care acționează la scara obiectelor mari, cum sunt paharele, cărțile, planetele și stelele. Celelalte trei forțe acționează la scara microscopică a moleculelor, atomilor și particulelor subatomice.

Există două tipuri de particule subatomice, numite cuarci și leptoni. Cuarcii au trei tipuri de proprietăți: sarcină electrică, culoare și aromă.* Forța nucleară tare acționează asupra culorii

* Desigur, ele nu sunt culoarea și aroma pe care le cunoaștem din viața de zi cu zi. În cazul cuarcilor, ar trebui să privim culoarea și aroma cam la fel cum privim sarcina electrică. Există două tipuri de sarcină electrică: pozitivă și negativă. Există trei tipuri de culoare a curcilor (roșu, verde și albastru) și șase tipuri de arome (up, down, strange, charm, top și bottom).

cuarcului și e transmisă de la un cuarc la altul prin intermediul unor particule de masă nulă numite gluoni. Forța nucleară slabă acționează asupra aromei cuarcului, iar cea mai cunoscută manifestare a ei apare în dezintegrarea radioactivă beta. Forța nucleară slabă e transmisă prin „fotoni grei" numiți particule W și Z, care sunt în număr de trei: W^+, W^- și Z^0. Cuarcii de diferite culori și arome se combină pentru a forma protoni și neutroni, despre care se credea la un moment dat că sunt particule elementare.

A patra forță, electromagnetismul, ne e destul de bine cunoscută – este forța dintre particulele încărcate electric, cum sunt protonii și electronii, transmisă de fotoni, particulele care alcătuiesc lumina. E forța pe care o simți când încerci să apropii polii nord a doi magneți. E de asemenea forța pentru care plătești factura la electricitate.

Dacă încălzim particulele și forțele care acționează asupra lor până la o temperatură suficient de înaltă, unii fizicieni cred că vom obține o singură particulă și o singură forță primordială – forțele electromagnetică, slabă, tare și, în cele din urmă, cea gravitațională se vor „contopi".

Dacă acest scenariu e corect, atunci prima perioadă din viața universului e caracterizată prin apariția spontană a spațiului-timp și a energiei (deși nu e clar dacă în această etapă există vreo diferență între ele), guvernate de o unică forță universală primordială. E tentant să definim asta ca un fel de timp zero absolut, momentul în care ceasul începe să ticăie, numai că timpul însuși e creat atunci. Prin urmare, „timpul zero" nu e bine definit și există o oarecare ambiguitate când vorbim despre timp „după big bang".

Temperatura universului din aceste prime momente e incalculabilă (temperatura ca mărime fizică n-are sens aici). Dar universul se extinde și se răcește. Se extinde de la un punct infinit mic (deci imposibil de definit)* până la ceva la care putem măcar

(*N. a.*) [Am păstrat denumirile originare ale aromelor cuarcilor, folosite de regulă și în română – *n. red.*]

* În încercările de a unifica mecanica cuantică și gravitația (teoria corzilor, gravitația cuantică cu bucle) nu avem de-a face cu un „punct infinit mic", ci

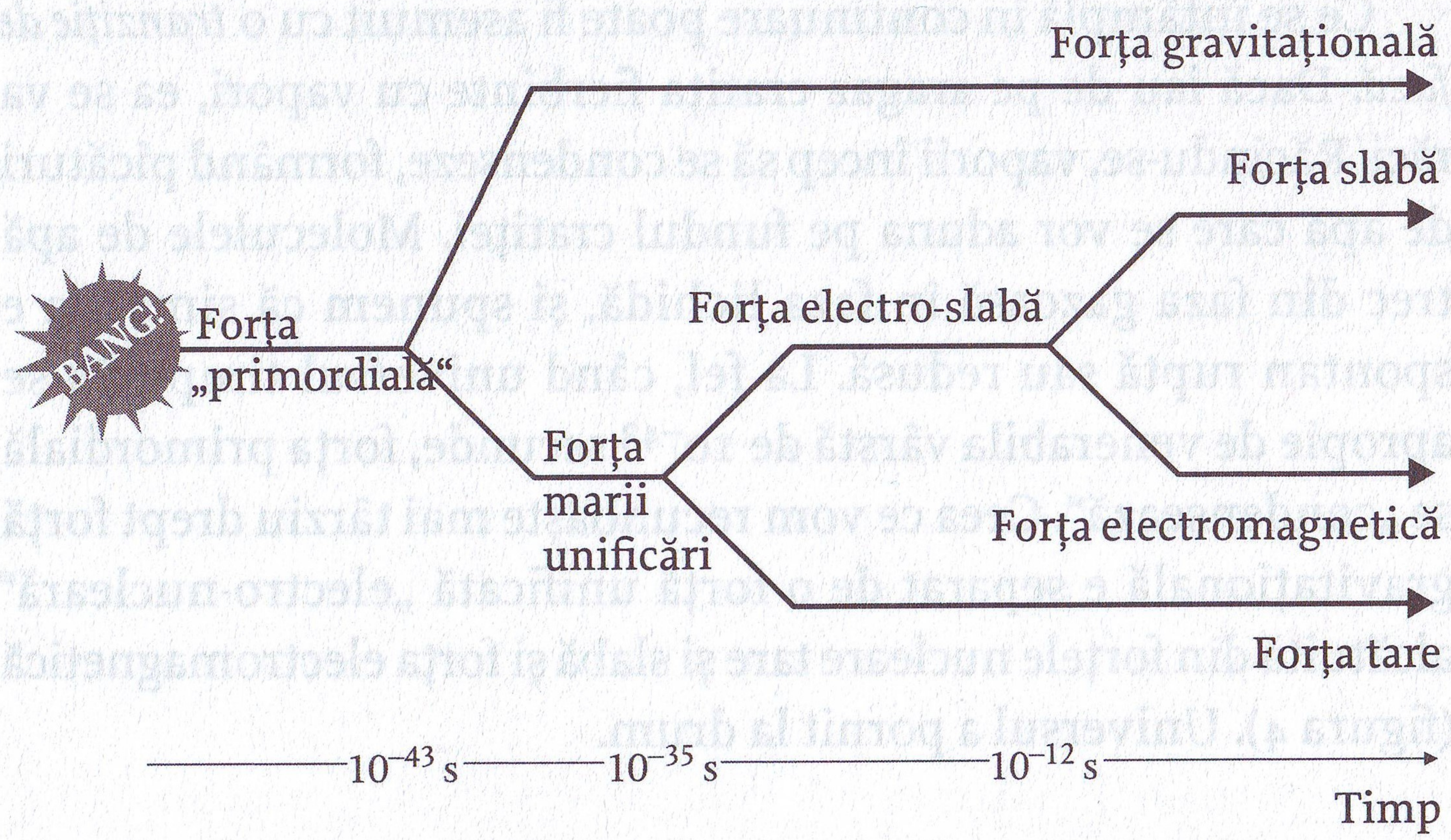


Figura 4. *Se crede că în primele momente ale big bang-ului toate cele patru forțe ale naturii sunt unificate într-o singură forță primordială având o simetrie înaltă. După 10^{-43} secunde, universul suferă o tranziție de fază, iar forța gravitațională se separă.*

începe să ne gândim. Aceasta e Epoca Planck. Este caracterizată de mărimi ale distanței și timpului deduse prin combinarea unor constante fundamentale ale naturii, combinare datorată fizicianului german Max Planck.[9] Acestea sunt mărimi dincolo de care știința nu poate spune nimic. Teoretic, nu poate exista o distanță mai scurtă decât *lungimea Planck* ($1{,}6 \times 10^{-35}$ metri) și nici o durată mai scurtă decât *timpul Planck* (5×10^{-44} secunde) – timpul în care lumina străbate lungimea Planck. Universul se extinde și se răcește până la o temeratură de 10^{32} K. Spre comparație, temperatura miezului Soarelui este de aproximativ 16 milioane K, deci în acest stadiu incipient al său, universul e de aproximativ 6 bilioane de bilioane de ori mai fierbinte decât centrul Soarelui.

cu un fel de „celulă elementară" de spațiu-timp, de dimensiune extrem de mică, dar finită. De aici ideea că ar fi putut exista un univers anterior care s-a comprimat până la acea celulă elementară, pentru ca dilatarea acesteia să dea apoi naștere universului nostru. S-au făcut chiar speculații că am ptea afla anumite date despre universul anterior. Vezi Brian Greene, *Universul elegant* (Editura Humanitas, București, 2015) și Martin Bojowald, *Ce a fost înainte de big bang?* (Editura Humanitas, București, 2015). (*N. red.*)

de date a lui Sepkoski, permite construirea a diverse grafice. Site-ul e întreținut de Universitatea Statului Idaho, vezi http://geology.isu.edu/FossilPlot/Index.htm.

11. Imaginile cu prima aselenizare se găsesc pe YouTube.
12. Jennifer A. Clack, *Evolution: Education & Outreach*, 2 (2009), p. 222.
13. Erwin, p.58.
14. Seth D. Burgess, Samuel Bowring și Shu-zhong Shen, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 10 februarie 2014.
15. Fortey, p. 235.
16. Luis W. Alvarez, *Alvarez: Adventures of a Physicist*, Basic Books, New York, 1987, p. 254.

CAPITOLUL 11: AMPRENTA UMANĂ

1. Vezi, de exemplu, Robin M. D. Beck, *Biological Journal of the Linnean Society*, 97 (2009), pp. 1–17.
2. Imagini ale acestor ființe găsiți în J.G.M. Thiewissen, Lisa Noelle Cooper, John C. George și Sunil Bajpai, *Evolution: Education & Outreach*, 2 (2009), pp. 272–288. Vezi figura 27, p. 286.
3. Jens L. Franzen, Philip D. Gingerich, Jorg Habersetzer, Jørn H. Hurum, Wighart von Koenigswald și B. Holly Smith, *PLoS ONE*, 4 (2009), p. e5273. Citatul apare la p. 25.
4. Pentru o prezentare a controversei legată de fosila Ida, vezi http://scien-cenordic.com/fossil-ida-%E2%80%93-five-years.
5. Jeffrey P. Demuth, Tijl de Bie, Jason E. Stajich, Nello Cristianini și Matthew W. Hahn, *PLoS One*, 1 (2006), p. e85.
6. David A. Raichlen, Adam D. Gordon, William E.H. Harcourt-Smith, Adam D. Foster și Wm. Randall Haas, *Jr.*, *PLoS ONE*, 5 (2010), p. e9769.
7. Stringer, p. 32.
8. Vezi Nick Ashton, Simon G. Lewis, Isabelle De Groote, Sarah M. Duffy, Martin Bates, Richard Bates *et al.*, *PLoS ONE*, 9 (2014), p. e88329.

CAPITOLUL 12: COGITO ERGO SUM

1. David J. Chalmers, *Journal of Consciousness Studies*, 2 (1995), pp. 200–219
2. Hilary Putnam, *Reason, Truth and History*, Cambridge University Press, 1981, p. 6.
3. Dennett, p. 37.

4. Damasio, p. 33.
5. M.S. Gazzaniga, *Cornell University Medical College Alumni Cuarterly*, 45 (1982), pp. 8–9. Citatul e reprodus în Thompson, p. 417.
6. Cambridge Declaration on Consciousness, 7 iulie 2012.
7. Sally McBrearty și Alison Brooks, *Journal of Human Evolution*, 39 (2000), pp. 453–563.
8. M. Aubert, A. Brumm, M. Ramli, T. Sutikna, E.W. Saptomo, B. Hakim *et al.*, *Nature*, 514 (2014), pp. 223–227.
9. Philip Liebermann, *Current Anthropology*, 48 (2007), p. 44.
10. Dunbar, p. 59.
11. Bob Hen, citat de Malcolm Gladwell, *The Tipping Point*, Abacus, 2001, p. 185.
12. Dunbar, p. 310.
13. Sandra Beleza, Antonio M. Santos, Brian McEvoy, Isabel Alves, Claudia Martinho, Emily Cameron *et al.*, *Molecular Biology and Evolution*, 30 (2012), pp. 24–35.

EPILOG

1. Dacă vă nemulțumește faptul că ne apropiem de sfârșit tocmai când povestea devenea mai interesantă, vă atrag atenția asupra unei abordări numită „istoria mare“, ai cărei adepți vor să ofere o perspectivă științifică asupra istoriei de la big bang la civilizația modernă. E un curent reprezentat prin cărți pasionante, cum sunt *Maps of Time* de David Christian și *Big History: From the Big Bang to the Present* de Cynthia Stokes Brown (vezi bibliografia). Aceste cărți sunt orientate mai mult asupra istoriei omenirii de la începutul Holocenului (acum 12 000 de ani), preistoria nonumană (de la big bang la așezările neolitice) ocupând abia un sfert din relatare. O versiune online interactivă a acestui gen de istorie mare e oferită de Chrono Zoom Project (www.chronozoom.com), inițiată în 2009 de Walter Alvarez și Ronald Saekow de la Universitatea Berkeley.

BIBLIOGRAFIE

Archibald, John, *One Plus One Equals One: Symbiosis and the Evolution of Complex Life*, Oxford University Press, 2014.

Baggott, Jim, *The Quantum Story: A History in 40 Moments*, Oxford University Press, 2011.

Baggott, Jim, *Higgs: The Invention and Discovery of the 'God Particle'*, Oxford University Press, 2012.

Brasier, Martin, *Secret Chambers: The Inside Story of Cells and Complex Life*, Oxford University Press, 2012.

Brown, Cynthia Stokes, *Big History: From the Big Bang to the Present*, The New Press, New York, 2007.

Carroll, Sean, *The Particle at the End of the Universe: The Hunt for the Higgs and the Discovery of a New World*, Oneworld Publications, London, 2012.

Carter, Rita, *Mapping the Mind*, 2nd edition, Phoenix, 2010.

Chalmers, A.F., *What is This Thing Called Science?* (ediția a III-a), Hackett, Indianapolis, 1999.

Chalmers, David J. (ed.), *The Philosophy of Mind*, Oxford University Press, 2002.

Christian, David, *Maps of Time: An Introduction to Big History*, University of California Press, 2004.

Cochran, Gregory și Harpending, Henry, *The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution*, Basic Books, New York, 2009.

Conway Morris, Simon, *The Crucible of Creation: The Burgess Shale and the Rise of Animals*, Oxford University Press, 1998.

Cox, Brian și Forshaw, Jeff, *Why Does* $E = mc^2$*?* Da Capo Press, Cambridge, MA, 2009.

Crease, Robert P., *A Brief Guide to the Great Equations: The Hunt for Cosmic Beauty in Numbers*, Robinson, London, 2009.

Cushing, James T., *Philosophical Concepts in Physics*, Cambridge University Press, 1998.

Damasio, Antonio R., *Descartes' Error*, Macmillan, London, 1991.

Davies, Paul, *The Origin of Life*, Penguin Books, London, 1999.

Darwin, Charles, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, John Murray, London, 1859.

Dawkins, Richard, *The Blind Watchmaker*, Penguin, London, 1988.

De Duve, Christian, *Vital Dust: Life as a Cosmic Imperative*, Basic Books, New York, 1995.

Dennett, Daniel, *Consciousness Explained*, Penguin, London, 1991.

DeSalle, Rob and Tattersall, Ian, *The Brain: Big Bangs, Behaviors, and Beliefs*, Yale University Press, 2012.

Dunbar, Robin, *Human Evolution*, Penguin, London, 2014.

Edelman, Gerald, *Bright Air, Brilliant Fire: On the Matter of the Mind*, Penguin Books,

London, 1994. Erwin, Douglas H., *Extinction: How Life on Earth Nearly Ended 250 Million Years Ago*, Princeton University Press, 2008.

Farmelo, Graham (ed.), *It Must be Beautiful: Great Equations of Modern Science*, Granta Books, London, 2002.

Feynman, Richard P., *QED: The Strange Theory of Light and Matter*, Penguin, London, 1985.

Finlayson, Clive, *The Improbable Primate: How Water Shaped Human Evolution*, Oxford University Press, 2014.

Fortey, Richard, *Life: An Unauthorised Biography*, Harper Collins Publishers, London, 1997.

Gamow, George, *Thirty Years that Shook Physics*, Dover Publications, New York, 1966.

Gell-Mann, Murray, *The Quark and the Jaguar*, Little, Brown & Co., London, 1994.

Goldsmith, Donald, *The Runaway Universe: The Race to Find the Future of the Cosmos*, Perseus Publishing, New York, 2000.

Gould, Stephen Jay, *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History*, Penguin Books, London, 1989.

Gribbin, John, *Q is for Quantum: Particle Physics from A to Z*, Weidenfeld & Nicolson, London, 1998.

Guth, Alan H., *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins*, Vintage, London, 1998.

Halpern, Paul, *Collider: The Search for the World's Smallest Particles*, John Wiley & Son, Inc., New Jersey, 2009.

Heil, John, *Philosophy of Mind*, Routledge, London, 1998.

Hoddeson, Lillian, Brown, Laurie, Riordan, Michael, and Dresden, Max, *The Rise of the Standard Model: Particle Physics in the 1960s and 1970s*, Cambridge University Press, 1997.

Isaacson, Walter, *Einstein: His Life and Universe*, Simon & Schuster, New York, 2007.

Kennedy, J. B., *Space, Time and Einstein: An Introduction*, Acumen, Chesham, 2003.

Kirshner, Robert P., *The Extravagant Universe: Exploding Stars, Dark Energy and the Accelerating Cosmos*, Princeton University Press, 2002.

Knoll, Andrew H., *Life on a Young Planet: The First Three Billion Years of Evolution on Earth*, Princeton University Press, 2003.

Kragh, Helge, *Quantum Generations: A History of Physics in the Twentieth Century*, Princeton University Press, 1999.

Krauss, Lawrence M., *A Universe from Nothing: Why There is Something Rather than Nothing*, Simon & Schuster, London, 2012.

Lane, Nick, *Oxygen: The Molecule that Made the World*, Oxford University Press, 2002.

Lane, Nick, *Life Ascending: The Ten Great Inventions of Evolution*, Profile Books, London, 2009.

Langmuir, Charles H. and Broecker, Wally, *How to Build a Habitable Planet: The Story of Earth from the Big Bang to Humankind*, Princeton University Press, 2012.

Lederman, Leon (cu Dick Teresi), *The God Particle: If the Universe is the Answer, What is the Question?* Bantam Press, London, 1993.

Mayr, Ernst, *What Evolution Is*, Phoenix, London, 2002.

Meredith, Martin, *Born in Africa: The Quest for the Origins of Human Life*, Simon & Schuster, 2011.

Mo, Hojun, van den Bosch, Frank, and White, Simon, *Galaxy Formation and Evolution*, Cambridge University Press, 2010.

Moore, Walter, *Schrödinger: Life and Thought*, Cambridge University Press, 1989.

Morgan, Michael, *The Space Between Our Ears: How the Brain Represents Visual Space*, Weidenfeld & Nicolson, London, 2003.

Nambu, Yoichiro, *Quarks*, World Scientific Publishing, Singapore, 1981.

Nussabaumer, Harry and Bieri, Lydia, *Discovering the Expanding Universe*, Cambridge University Press, 2009.

Ostriker, Jeremiah P. and Mitton, Simon, *Heart of Darkness: Unravelling the Mysteries of the Invisible Universe*, Princeton University Press, 2013.

Overbye, Dennis, *Lonely Hearts of the Cosmos: The Quest for the Secret of the Universe*, Picador, London, 1993.

Pääbo, Svante, *Neanderthal Man: In Search of Lost Genomes*, Basic Books, New York, 2014.

Pais, Abraham, *Subtle is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein*, Oxford University Press, 1982.

Panek, Richard, *The 4 per cent Universe: Dark Matter, Dark Energy and the Race to Discover the Rest of Reality*, Oneworld, Oxford, 2011.

Pinker, Steven, *The Language Instinct: The New Science of Language and Mind*, Penguin, London, 1994.

Pinker, Steven, *How the Mind Works*, Penguin Books, London, 1998.

Primack, Joel R. and Abrams, Nancy Ellen, *The View from the Center of the Universe: Discovering our Extraordinary Place in the Cosmos*, Riverhead Books, New York, 2006.

Pross, Addy, *What is Life? How Chemistry Becomes Biology*, Oxford University Press, 2012.

Raup, David M., *Extinction: Bad Genes or Bad Luck?* W.W. Norton & Co. Inc, New York, 1991.

Rees, Martin, *Just Six Numbers: The Deep Forces that Shape the Universe*, Phoenix, London, 2000.

Repcheck, Jack, *The Man Who Found Time: James Hutton and the Discovery of the Earth's Antiquity*, Pocket Books, London, 2004.

Rose, Hilary and Rose, Steven, *Genes, Cells and Brains: The Promethean Promises of the New Biology*, Verso, London, 2012.

Rose, Steven, *The Making of Memory: From Molecules to Mind*, Bantam Books, London, 1994.

Rose, Steven, *The 21st-Century Brain: Explaining, Mending and Manipulating the Mind*, Jonathan Cape, London, 2005.

Russell, Michael and Schild, Rudolph (eds.), *Origins of Life: How Life Began—Abiogenesis, Astrobiology*, papers selected from Volumes 10, 11, and 16 of the *Journal of Cosmology*, 2009–11.

Rutherford, Adam, *Creation: The Origin of Life*, Penguin Books, London, 2014.

Ryan, Sean G. and Norton, Andrew, J., *Stellar Evolution and Nucleosynthesis*, Cambridge University Press, 2010.

Searle, John R., *Intentionality*, Cambridge University Press, 1983.

Searle, John R., *The Construction of Social Reality*, Penguin, London, 1995.

Singh, Simon, *Big Bang: The Most Important Scientific Discovery of All Time and Why You Need to Know About It*, Harper Perennial, London, 2005.

Stachel, John (ed.), *Einstein's Miraculous Year: Five Papers that Changed the Face of Physics*, Princeton University Press, 2005.

Strange, Philip G., *Brain Biochemistry and Brain Disorders*, Oxford University Press, 1992.

Stringer, Chris, *The Origin of Our Species*, Penguin Books, London, 2012.

Stringer, Chris and Andrews, Peter, *The Complete World of Human Evolution*, 2nd edition, Thames & Hudson Ltd., London, 2012.

Swain, Harriett (ed.), *Big Questions in Science*, Vintage, London, 2003.

Thomas, P.J., Hicks, R.D., Chyba, C.F., and McKay, C. P. (eds.), *Comets and the Origin and Evolution of Life*, 2nd edition, Springer Verlag, Berlin, 2006.

't Hooft, Gerard, *In Search of the Ultimate Building Blocks*, Cambridge University Press, 1997.

Thompson, Richard F., *The Brain: A Neuroscience Primer*, 2nd edition, W. H. Freeman & Co., New York, 1993.

Veltman, Martinus, *Facts and Mysteries in Elementary Particle Physics*, World Scientific, London, 2003.

Waller, William H., *The Milky Way: An Insider's Guide*, Princeton University Press, 2013.

Weinberg, Steven, *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, Basic Books, New York, 1977.

Weinberg, Steven, *Dreams of a Final Theory: The Search for the Fundamental Laws of Nature*, Vintage, London, 1993.

Weinberg, Steven, *Cosmology*, Oxford University Press, 2008.

Wheeler, John Archibald, with Ford, Kenneth, *Geons, Black Holes and Quantum Foam: A Life in Physics*, W.W. Norton & Company, New York, 1998.

Zalasiewicz, Jan and Williams, Mark, *The Goldilocks Planet: The Four Billion Year Story of Earth's Climate*, Oxford University Press, 2012.

SERIA ȘTIINȚĂ
este coordonată de Vlad Zografi

Alte cărți de știință la Humanitas:

JACOB BRONOWSKI
Ascensiunea omului

FRANS DE WAAL
Bonobo și ateul:
În căutarea umanismului
printre primate

EDWARD O. WILSON
Sensul existenței umane

FREEMAN DYSON
Originile vieții

CARLO ROVELLI
Șapte scurte lecții de fizică

STEVEN WEINBERG
Lumea explicată:
Descoperirea științei moderne

DAVID EAGLEMAN
Creierul:
Povestea noastră

BERIT BROGAARD
KRISTIAN MARLOW
Mintea supraumană
sau despre genialitate ca însușire
firească a creierului nostru

Mintea colectivă a omenirii a făcut progrese imense în încercarea de a înțelege cum a apărut bogăția actuală a lumii fizice, iar Jim Baggott, cu luciditatea și erudiția sa, oferă o captivantă relatare a acestei minunate călătorii intelectuale aflate în plină desfășurare.

PETER ATKINS

Universul nostru a apărut cu aproape 14 miliarde de ani în urmă; forțele fundamentale s-au separat, s-au format atomi, galaxii și stele, iar Soarele și planetele din sistemul nostru solar s-au condensat dintr-un nor de reziduuri nucleare. În oceanele Pământului a apărut viața, care, în ciuda câtorva extincții catastrofale, a devenit tot mai complexă și mai diversă. Printre numeroasele ființe care au evoluat, o specie de maimuțe a început să-și pună întrebări legate de lumea din jurul ei.

Nu există o versiune „autorizată“ sau „oficială“ a poveștii științifice a creației, dar dacă ar exista, ea ar semăna cu cartea lui Jim Baggott, care ne poartă de la big bang la apariția conștiinței umane.

ISBN 978-973-50-6211-8

9 789735 062118